



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
MECÁNICA ELÉCTRICA**

**“Diseño de una despedregadora de 1 tm optimizar la limpieza en el fundo San Benito  
y hermanos Maza en el centro poblado Tongorrape – Lambayeque 2019”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
Ingeniero Mecánico Electricista

**AUTOR:**  
Br. Yony Martínez De La Cruz (ORCID: 0000-0003-2308-1782)

**ASESOR:**  
Mg. James Skinner Celada Padilla (ORCID: 0000-0003-1389-4093)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
Modelamiento y simulación de sistemas electromecánicos

**CHICLAYO – PERÚ**

2020

## **Dedicatoria**

A Dios, mi padre celestial quien me ilumina y guía mi camino por el sendero correcto a seguir; a mis padres quienes me orientan día a día a seguir avanzando; así mismo fomentan en mí el deseo de superación y de triunfo en la vida.

**Yony Martínez De La Cruz**

## **Agradecimiento**

En primer lugar, quiero agradecer a mis padres. Así mismo a mis docentes de ingeniería quienes con sus enseñanzas, herramientas u orientaciones, me brindaron nuevos aprendizajes y perspectivas.

**Yony Martínez De La Cruz**

## **Página del jurado**

## Declaratoria de autenticidad

### DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, MARTÍNEZ DE LA CRUZ YONY, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 48109353, con el trabajo de investigación titulada,

**"DISEÑO DE UNA DESPEDREGADORA DE 1 TM OPTIMIZAR LA LIMPIEZA EN EL FUNDO SAN BENITO Y HERMANOS MAZA EN EL CENTRO POBLADO TONGORRAPE - LAMBAYEQUE"**

**Declaro bajo juramento que:**

- 1) El trabajo de investigación es mi autoría propia.
- 2) Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes utilizadas. Por lo tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado ni total ni parcialmente.
- 3) El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de oro), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normalidad vigente de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo 3 de julio, 2020

Nombres y apellidos: Yony Martínez De La Cruz

DNI : 48109353

Firma :



## Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página del jurado .....	iv
Declaratoria de autenticidad .....	v
Índice .....	vi
Índice de Tablas.....	viii
Índice de Figuras .....	ix
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MÉTODO .....</b>	<b>7</b>
2.1. Tipo y diseño de investigación .....	7
2.2. Operacionalización de variables .....	8
2.3. Población y muestra.....	10
2.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	10
2.5. Procedimiento .....	13
2.6. Métodos de análisis de datos .....	13
2.7. Aspectos éticos .....	13
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>14</b>
3.1. Descripción del campo agrícola del fundo san benito y hermanos maza .....	14
3.2. Caracterización de los parámetros de diseño de la máquina despedregadora .....	15
3.3. cálculo de los elementos electromecánicos de la máquina despedregadora de 1 tm de capacidad .....	16
3.4. Cálculo del rendimiento horario de la maquina (m <sup>3</sup> /h).....	18
3.5. Cálculo de las dimensiones de la tolva .....	22

3.6. Cálculo del sistema de recojo de piedras .....	34
3.7. Cálculos del eje principal.....	41
3.8. Cálculo del motorreductor .....	47
3.9. Cálculo del pistón hidráulico .....	54
3.10. Selección de materiales .....	63
3.11. Diseño y sistemas electromecánicos .....	67
3.12. Flujo de caja .....	69
<b>IV. DISCUSIÓN</b> .....	73
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	74
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	75
<b>REFERENCIAS</b> .....	76
<b>ANEXOS</b> .....	78
Acta de aprobación de originalidad de tesis .....	89
Reporte turnitin.....	90
Autorización de la publicación de tesis en repositorio institucional UCV .....	91
Autorización de la versión final del trabajo de investigación .....	92

## Índice de Tablas

Tabla 1. Características geométricas de las piedras en el Fundo San Benito y hermanos. .	14
Tabla 2. Clasificación de piedras según su tamaño. ....	15
Tabla 3. Parámetros de diseño.....	15
Tabla 4: Fuerza teórica estimada entregada por el tracto 5403 .....	16
Tabla 5. Dimensiones generales del diseño de la despedregadora. ....	17
Tabla 6: Factor de llenado de máquinas agrícolas.....	19
Tabla 7: Ciclos de trabajo según condición y operación. ....	20
Tabla 8: Pesos proyectados para el análisis del eje .....	42
Tabla 9: Requerimientos mínimos para selección de pistón hidráulico .....	61
Tabla 10: Costos directos de inversión.....	68
Tabla 11: Costos indirectos del proyecto .....	69
Tabla 12: Costo total de inversión.....	69
Tabla 13: Egresos mensuales y anuales.....	70
Tabla 14: Tasa interna de retorno .....	72



## Índice de Figuras

Figura 1: Diseño de la despedregadora 1 TM.....	17
Figura 2: Dimensionamiento de la despedregadora. Fuente: Autoría propia .....	18
Figura 3: Tolvas de flujo másico. ....	22
Figura 4: Ángulo de reposo. Fuente: Autoría propia.....	23
Figura 5: Ángulo de pared o descarga. ....	24
Figura 6: Bosquejo de la tolva. ....	25
Figura 7: Bosquejo de la tolva. ....	26
Figura 8: Tolva con sus medidas reales. ....	27
Figura 9: Vista superior de la tolva. ....	28
Figura 10: Vista lateral de la tolva. ....	29
Figura 11: Aletas de la tolva. ....	29
Figura 12: Fuerzas en la pared y fondo de la tolva. ....	30
Figura 13: flexión en planchas. ....	32
Figura 14: Movimiento parabólico de la piedra. ....	34
Figura 15: Movimiento Circular.....	36
Figura 16: Impacto de la paleta con la piedra.....	37
Figura 17: Área superior de la paleta de remoción.....	39
Figura 18: Paleta soldada con la abrazadera.....	41
Figura 19: Unión de soldadura en T. ....	41
Figura 20: Representación gráfica de fuerzas en el eje principal. Fuente: Elaboración propia .....	42
Figura 21: Diagramas de fuerzas y momentos. ....	43
Figura 22: Diagramas de cuerpo libre del eje.....	44
Figura 23: Conexión eléctrica en modo apagado. ....	49
Figura 24: conexión eléctrica en modo energizado. ....	50
Figura 25: Conexión eléctrica en encendido. ....	51
Figura 26: conexión eléctrica en modo sobrecorriente.....	52
Figura 27: Posicionamiento del pistón hidráulico. ....	54
Figura 28: Diagrama de cuerpo de libre de las fuerzas intervinientes.....	55
Figura 29: DCL de la barra CD. ....	55
Figura 30: DCL de las fuerzas $C_p$ . ....	57

Figura 31: Diagrama CL, barra horizontal Pd. ....	58
Figura 32: Pistón hidráulico. ....	62
Figura 33: Referencia como actúa el cilindro. ....	62
Figura 34: Referencial sobre cómo actúa el cilindro. ....	63
Figura 35: Planchas de acero AISI 1080. ....	63
Figura 36: Pistón Hidráulico. ....	64
Figura 37: Eje principal de acero ASTM A36. ....	64
Figura 38: Motorreductor. ....	65
Figura 39: Equipos de protección eléctrica del Motorreductor. ....	65
Figura 40: Chumacera Tipo P. ....	66
Figura 41: Plancha de acero AISI 1080. ....	67

## RESUMEN

Los niveles de productividad agrícola por trabajador y por hectárea se han incrementado en los últimos 50 años, en Latinoamérica todavía se muestra niveles inferiores a los alcanzados por países desarrollados, incluso las diferencias de productividad al interior de Latinoamérica son muy significativas.

El fundo San Benito tiene en su superficie diversas rocas, las cuales dificultan el proceso de siembra y cosecha disminuyendo su productividad, por lo que la presente investigación se basa en el diseño de una despedregadora de 1TM que permitirá retirar las piedras superficiales, esto se ha logrado caracterizando los tipos de rocas que existen, a partir de allí se ha caracterizado los parámetros de diseño, con lo cual se han realizado los cálculos electromecánicos de los diversos elementos de la máquina y se ha elaborado el presupuesto de fabricación.

De lo estudiado se determinó que los tamaños de las piedras en la superficie del terreno eran desde 6 cm hasta 20 cm, con los cálculos electromecánicos podemos decir que el eje debe ser de 8 CM y el espesor de la paleta es de 15 mm, obteniendo que el espesor e la tolva resultó ser de 6 mm. De la evaluación económica pudo indicar que se tiene un TIR del 21%, con lo cual la recuperación de la inversión es posible.

**Palabras claves:** Productividad, máquina despedregadora, sistema hidráulico.

## ABSTRACT

Agricultural productivity levels per worker and per hectare have increased in the last 50 years, in Latin America there are still levels below those reached by developed countries, even the differences in productivity within Latin America are very significant.

The San Benito farm has on its surface several rocks, which hinder the process of sowing and harvesting, decreasing its productivity, so this research is based on the design of a 1TM cleanser that will allow the removal of surface stones, this has been achieved by characterizing the types of rocks that exist, from there the design parameters have been characterized, with which the electromechanical calculations of the various elements of the machine have been made and the manufacturing budget has been prepared.

From the studied it was determined that the sizes of the stones on the surface of the land were from 6 cm to 20 cm, with the electromechanical calculations we can say that the axis must be 8 CM and the thickness of the palette is 15 mm, obtaining that the thickness of the hopper turned out to be 6 mm. From the economic evaluation it could indicate that there is an IRR of 21%, with which the recovery of the investment is possible.

**Keywords:** Productivity, cleansing machine, hydraulic system.

## **I. INTRODUCCIÓN**

En la actualidad la producción agrícola ha tenido una serie de cambios, esto en los últimos años. Justamente Elverin, Piñeiro, & Robles (2018) refieren que “Los niveles de productividad agrícola por trabajador y por hectárea se han incrementado en los últimos 50 años, la región aún muestra niveles inferiores a los alcanzados por países desarrollados”. Así mismo, hacen mención sobre “las diferencias de productividad al interior de Latinoamérica son muy significativas. La incorporación de maquinaria y tecnología moderna, junto con una gestión eficiente podrían generar alternativas viables para aumentar la producción agrícola en la región” (p. 4). Esto quiere decir, que mientras haya mayor maquinaria y elementos tecnológicos se podrá realizar un trabajo efectivo.

Según Medina (2015), en su tesis “Diseño de un Motocultor de Labores Agrícolas para la parroquia de San Joaquín de la Ciudad de Cuenca” menciona que “el agricultor en desarrollar las actividades de la producción agrícola referente a la escases de la mano de obra por ser un trabajo muy fuerte; [...] se ha perdido interés de las nuevas generaciones en desarrollar la agricultura”. (p. 6).

Según Astier, Argueta, & Orozco-Ramírez (2017), actualmente en la agricultura mexicana viven dos corrientes contrarias; un grupo de científicos quienes perciben la agricultura tradicional como retrasada y en necesidad de modernización con tecnología avanzada; y el otro involucrado en un intensivo trabajo de campo. Además, comenta que encontró inspiración en los sistemas agrícolas indígenas, fueron ellos los que fomentaron la fundación de la agroecología en México y en el mundo ya que mucha investigación pionera en agroecología comienza analizando los sistemas indígenas de México.

Con referencia los autores Web & Fernandez (2017) indican que en, Perú la agricultura es de vital importancia para la economía. Sin embargo, de sus 128 millones de hectáreas, sólo 2 millones son cultivadas y 1 millón están sin trabajar, es decir en pastos. Por consiguiente, señalan que en un 90% de las parcelas tienen menos de 10ha, las cuales el 80% datan menos de 5ha, haciendo que las pequeñas explotaciones sean las que tengan la mayor parte de uso poblacional.

Según Rodríguez Delgado & Orbegoso Navarro (2018) hacen mención en que “Dados los escenarios diferentes en que se desarrolla la agricultura en el Perú, donde las tecnologías de mecanización con sus servicios colaterales y estrategias no siempre son compatibles con los patrones culturales, ecológicos y socioeconómicos de la población rural”, es por ello que también indica que, “era necesario llevar a cabo una investigación a nivel de finca, que

permita identificar plenamente los sistemas de producción a partir de las prácticas agrícolas y perspectivas socio económicas y culturales del agricultor” (p. 484).

El fundo San Benito y hermanos Maza, es una extensión de terreno de aproximadamente 30 hectáreas dedicadas al cultivo de diversas plantas, el cual se encuentra ubicado en el Centro Poblado Menor de Tongorrape en el distrito de Motupe, en la provincia de Lambayeque, este campo de cultivo tiene en su superficie rocas de mediano tamaño, las cuales se han venido visualizando debido al movimiento de tierra que se realiza al preparar el terreno para la siembra, afectando las diversas actividades de la siembra, como por ejemplo la existencia de estas rocas generan un deterioro prematuro de los implementos de arado de disco, el cual se utiliza en el proceso de remoción de la tierra para la siembra, también tiene un efecto negativo durante la cosecha ya que existe el riesgo del impacto del machete con una de estas rocas en la época de la cosecha.

Evaluación de los índices técnicos-explotativos y energéticos de las cosechadoras de caña de azúcar CASE IH A 8800.

Esta investigación se realizó en la UBPC San Pablo, en el municipio Vertientes, de la provincia de Camagüey, para evaluar los índices explotativos y energéticos de la máquina cosechadora de caña de azúcar CASE IH A 8800.

Así mismo refieren López Sandín, Queipo Jorrín, & Herrero Bello (2018) que, la entidad destinada a la producción de caña de azúcar, con el objetivo de evaluar los índices técnicos-explotativos y energéticos de las cosechadoras de caña de azúcar CASE IH A 8800, los resultados mostraron que el trabajo efectivo representó un 53,06%”, por lo tanto, también indican que, “debido a tiempos muertos ajenas como mantenimiento, espera en los medios de transporte. Las cosechadoras promediaron un rendimiento de 60,9 t/h, con consumo de combustible de 1,02 \$/t, lo que representa el 88,17% del total consumido.

El autor Becerra Silva (2017), indica que “Diseño de una máquina despedregadora, el estudio se realiza basándose en las condiciones de los suelos específicamente de la comuna de Chépica”, también menciona que, “máquina no debe exceder las capacidades que el tractor pueda generar, debido a que el diseño propuesto depende exclusivamente de este tipo de vehículos para su funcionamiento y desempeño”, cabe resaltar a su vez que “se presenta la metodología de cálculos, seguida de la presentación de los mismos y sus correspondientes resultados a la hora de dimensionar las piezas y elementos de la máquina, [...] fueron estudiadas mediante elementos finitos”, por lo tanto recalca el autor que “con la ayuda del

programa Ansys; [...] todo lleva a concluir que el diseño de esta máquina es viable y ofrece una alternativa a los modelos expuestos en el mercado” (p. 1-2).

Según Medina (2015) en su tesis “Diseño de un motocultor de labores agrícolas para la parroquia de San Joaquín de la ciudad de Cuenca” así mismo, diseña que “un motocultor dotado de una suspensión independiente para facilitar las labores agrícolas en pendiente, ya que en la parroquia San Joaquín es un territorio con elevaciones mayores a 30 grados”, por lo indicado “se realiza un análisis agrícola en la parroquia para identificar qué tipo de arado es el más utilizado en el territorio, y con ello se determina la forma adecuada en la que va a trabajar el motocultor”, en donde concluye que “un análisis de alternativas para tener la mejor selección del sistema de suspensión y del motor. Además, se realiza un modelado matemático de la cinemática de la suspensión y conjuntamente de la fuerza tractora, velocidad máxima y consumo de combustible”, por lo tanto “se verifica la viabilidad económica y técnica en la construcción”. (p. 7).

El autor López (2011) en sus investigaciones “Un diseño de un sistema de desgaste para el banco de pruebas de discos de arado” marca que, “Los arados de discos juegan un papel muy importante en la labor de aradura, ya que demandan menor potencia del tractor, [...] en México [...] (CENEMA) se encarga de la evaluación de estos, para tener un mejor control de calidad”. Por lo consiguiente, “El banco cuenta con un brazo porta-disco capaz de sujetar un disco de 24”, que gira alrededor de su propio eje, un mecanismo de palanca que posteriormente se le acondicionará un material abrasivo en la parte inferior” mencionando también que, “y por medio de una fuerza entre lo del disco y el material abrasivo podrán determinar el volumen de desgastes y se estimará la vida útil del disco”. (p. 14).

Para Guerrero & Duque (2015), aluden que, la ciencia lógica y metodológica han evolucionado hasta psicológicamente viene a ser una forma difícil de suposiciones muy agudas y distintas objeciones. Para ellos la evolución biológica, vienen a ser los cambios constantes y rotativos de una manera selectiva.

Dónde Hagen (2009) contribuye que, La ingeniería sobre todo es una gran solución a los problemas de la misma, ya que se utilizan y aplican las matemáticas y los principios tanto físicos como científicos, los cuales dan un apoyo para la solución del problema.

Contribuyendo el autor García (2004), nos proyecta a comprender que, todo en cuanto al diseño en ingeniería con lleva un proceso, por el cual ese sistema está diseñado para satisfacer las necesidades, es por ello que, combinando las ciencias básicas, con la

matemática y todos los conocimientos de la ingeniería pueden llegar a transformar todo y llegar a satisfacer.

Budynas, & Ríos (2008), en su estudio “El diseño mecánico es una tarea compleja que requiere muchas habilidades. Es necesario subdividir grandes relaciones en una serie de tareas simples. La complejidad del tema requiere una secuencia en la que las ideas se presentan y se revisan” (p. 34).

Norton (2009) afirma que: El proceso de diseño consiste en una serie de pasos estructurados que tiene por finalidad solucionar un problema o necesidad, estos pasos pueden ser:

La identificación de la necesidad que puede ser realizado por el fabricante o cliente, por lo general este enunciado es breve y sin detalles, luego se desarrolla una investigación preliminar es la fase más importante de proceso y con frecuencia la más olvidada que va a permitir indagar en otras realidades el problema que pretendemos solucionar para no correr el riesgo de reinventar la rueda, se debe dedicar tiempo y energía suficientes para evitar encontrar una gran solución a un problema equivocado, el planteamiento de los objetivos se realiza después de completar los antecedentes del problema originalmente planteados se estará listo para replantearlo en forma de objetivos, las especificaciones del desempeño definiendo lo que el sistema debe hacer, definiendo y limitando con cuidado el problema de modo que pueda ser resuelto y mostrable, luego a través de la ideación e invención el diseñador desarrolla su creatividad siendo esta la etapa más satisfactoria a nivel profesional, en la etapa de análisis permite aplicar técnicas más complejas para examinar el desempeño del diseño, la selección se desarrolla cuando el análisis técnico indica que tiene algunos diseños potenciales y se debe realizar un análisis comparativo para seleccionar el mejor disponible para que el desarrollo del diseño detallado, prototipo y pruebas. (p. 22).

Mott (2006), indagó sobre, la responsabilidad del diseño donde se debe mencionar los materiales primordiales para la elaboración del dispositivo mecánico. Teniendo como primer paso especificar el material, por ello debe tener despejada la mente para así especificar las funciones de cada componente. Así mismo indica que cada tipo y las magnitudes deben estar acondicionadas para soportar la fuerza de cada espacio donde funcionará.

Nos puntualiza que, el diseñador debe tomar en cuenta que el nivel de esfuerzo a los cuales la máquina se someterá debe contener las mínimas condiciones para soportarlo, para así evitar que ninguna parte de la máquina se rompa, sin embargo, también tiene que considerar que las deformaciones no sean demasiada ya que esto también pone en la seguridad de la máquina.



Considera como elementos principales a las bandas, ya que trabajan con poleas; y las cadenas ya que transmiten potencia.

Por ello nombra que los engranajes son usados para el movimiento la potencia desde un eje giratorio. Recalca que el diente del impulsor constituye una fuerza perpendicular al radio del engrane, para que pueda transmitir potencia.

También detalla que cuando hablamos de eje, nos referimos a un componente mecánico el cual genera el movimiento y la potencia. El eje llega a ser parte de todo sistema mecánico, por donde se puede llegar a transmitir. Es parte de cualquier sistema mecánico donde la potencia se transmite a los vectores perpendiculares.

El autor Gere (2009), amplifica aún más que, las vigas son las partes donde se les someterá la carga; que tiene sus vectores perpendiculares al eje de la barra, apoyándose en ellos.

Por otro lado, Hibbeler (2010), en su investigación expresa que “Es una rama de las ciencias físicas que estudia el estado de reposo o movimiento de los cuerpos que están sometidos a la acción de fuerzas” (p. 21).

Según los autores Pastor, Ortega, & Pérez (2014) afirman que “La teoría de los circuitos eléctricos consiste en el estudio de sus propiedades. Para ello se desarrollan modelos matemáticos de los elementos constituyentes, cuyo comportamiento queda definido mediante ecuaciones que relacionan entre sí diferentes magnitudes eléctricas” (p. 21). Esto quiere decir que un circuito eléctrico se define como un conjunto de componentes y dispositivos que a través de ellos puede circular corriente eléctrica.

El análisis y los cálculos de los circuitos eléctricos de la silla de ruedas se realizarán usando los principios de las leyes de Kirchhoff las cuales son:

Pastor Gutierrez, Ortega, Parra, & Pérez (2014) aseguran que, la Primera ley de Kirchhoff. “La suma algebraica de las intensidades de corriente que circulan por el conjunto de todos los elementos concurrentes en un punto, consideradas como entrantes en ese punto, es en todo momento cero” (p. 25).

Los autores Bardales Guadarrama, Rodríguez Rodríguez, & Vásquez Zerón (2014), en su búsqueda dan a conocer que, la Segunda ley de Kirchhoff es la suma algebraica de los voltajes, donde queda en resultado en un sentido nula.

Los autores Guerrero & Candelo (2011), resaltan que “La ley de ohm establece que hay una relación de proporcionalidad directa entre el voltaje y la corriente que pasa por una resistencia eléctrica y que esta constante de proporcionalidad es el valor de la resistencia” (p. 34).

Así mismo, el autor Pérez (1997), sugiere que, los planos de la máquina se realizarán de acuerdo a los lineamientos del dibujo técnico, con el uso de los instrumentos adecuados se garantiza dibujos limpios, precisos y de gran calidad el cual va a permitir la comunicación de lo que queremos construir tomando en cuenta la evolución del dibujo introduciendo los últimos años el uso de la computadora y softwares especializados.

Por lo que nos planteamos la interrogante: ¿Es factible diseñar una despedregadora de 1 TM para optimizar la siembra en el campo agrícola del fundo San Benito y hermanos Maza?

La presente investigación es importante ya que permitirá la limpieza de rocas del campo del fundo San Benito, beneficiando a los trabajadores ya que esta labor contiene altos riesgos al momento de la manipulación de las rocas, el proceso de retiro de las piedras superficiales de los campos agrícolas se realizará de forma más rápida y económica, además de que el terreno al estar libre de rocas superficiales incrementa su valor, beneficiara a los trabajadores, los cuales ya no realizarían estas tareas exponiéndose a los riesgos que representa realizarlas, como una lesión por impacto y la exposición al sol por varias horas al día, permitirá contar con terrenos libres de rocas superficiales, además de poder disponer de estas rocas en un solo lugar las cuales se pueden usar para otras actividades.

Se plantea la siguiente hipótesis. Si es factible diseñar una despedregadora de 1 TM para la limpieza del campo del fundo San Benito y hermanos Maza respetando la normatividad vigente, la cual se logrará a través del siguiente objetivo Diseñar una máquina despedregadora de 1 TM para la limpieza del campo agrícola del fundo San Benito y hermanos Maza.

Logrando desarrollar la investigación a través de los siguientes objetivos específicos:

- Describir el campo agrícola del fundo San Benito y hermanos Maza.
- Caracterizar los parámetros de diseño de la máquina despedregadora y el terreno
- Calcular los elementos mecánicos de la máquina despedregadora de 1 TM de capacidad.
- Realizar la evaluación económica de la máquina despedregadora de 1 TM utilizando el TIR y VAN.

## II. MÉTODO

### 2.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

#### *No experimental*

El trabajo de investigación sigue un diseño no experimental, el cual se define como “La investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios donde no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, p. 185).

Por consiguiente, la investigación inicia con la búsqueda de los parámetros de diseño, a partir de ello se realizará el diseño de la máquina despedregadora teniendo en cuenta los cálculos electromecánicos, y la normatividad vigente.

#### *Descriptiva*

Se refiere a la interpretación concreta de la naturaleza o sociedad actual. Trabaja con realidades del fenómeno u objeto de estudio (Gomez Bastar, 2012).

Busca especificar propiedades, las características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

Estudio	T1
M1	O1
M2	O2

Donde:

M1 y M2 son muestras

O1 y O2 son observaciones

## **2.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

### ***2.2.1. Variable Independiente***

Diseño de la máquina despedregadora de 1TM.

### ***2.2.2. Variable Dependiente***

Limpieza del campo agrícola del fundo San Benito y hermanos Maza.

### 2.2.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO
Variable Independiente: Diseño Máquina Tamizadora	El diseño de máquinas viene a darse cuando se muestran todas sus dimensiones, materiales, el funcionamiento de la misma y hasta toda su tecnología.	Siendo un equipo, la máquina y su diseño, este se ha conceptualizado para ser fabricado y poder así establecer la tarea encomendada, en este caso sería retirar las piedras del terreno de cultivo.	Potencia	KW	Observación
			Dimensiones	mm	
			Material	tipo	
			Capacidad de Trabajo	Kg/h	
Variable Dependiente: Limpieza del campo Agrícola	Proceso por medio del cual se retiran las piedras de los campos de cultivo para optimizar la siembra.	El despedregado consiste en retirar las piedras en la superficie de los campos de cultivo del fundo San Benito y hermanos Maza.	Toneladas de piedra por Hectárea	TM	Observación

## **2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **2.3.1. POBLACIÓN**

La población elegida será la totalidad del universo, comprende a todos los miembros de un grupo donde suele ser costoso y demandar mucho tiempo la investigación (Cruz, Olivares, & Gonzáles, 2014).

Campo Agrícola del fundo San Benito y hermanos Maza.

### **2.3.2. MUESTRA**

Durante el proceso de selección es necesario extraer una parte representativa del universo de estudio. La muestra se obtiene por diversos procedimientos que comprenden dos grandes grupos, del muestreo probabilístico y el no probabilístico (Baena, 2014).

Campo Agrícola del fundo San Benito y hermanos Maza.

## **2.4. TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD**

<b>TÉCNICA</b>	<b>USO</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
Observación	Caracterizar las condiciones de trabajo y parámetros de operación de la máquina	Ficha de control de diseño
Revisión Documentaria	Búsqueda de elementos estandarizados, materiales y normas.	Ficha de revisión documentaria

En la presente investigación, se utilizará las siguientes técnicas de recolección:

### ***Observación***

“La observación directa es aquella donde el mismo investigador procede a la recopilación de información; sin dirigirse a los sujetos involucrados; recurre directamente a su sentido de observación” (Baena, 2017, p. 87).

Es por ello, que esta técnica nos ayuda a identificar las funciones de la máquina, tales como el tamaño de piedras superficiales en el campo del fundo San Benito y hermanos Maza, además se medirán los diversos parámetros de operación de la máquina despedregadora, los ingresos y salidas, sistema de arrastre, el manejo hidráulico, etc.

### ***Revisión documental***

Mediante una revisión documental, elabora fichas de trabajo tomando como eje principal el concepto, las características y las generalidades de las hipótesis (Gomez, 2012).

La aplicación de esta técnica ayudará a verificar los parámetros del diseño de la máquina despedregadora así mismo al estudio de los materiales apropiados para complementar esta, y por consecuencia sus estándares.

## **2.4.1. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### ***Ficha de control de Diseño***

Se considera que esta ficha es el medio que nos permitirá evaluar el funcionamiento adecuado de la máquina despedregadora de piedras superficiales, teniendo en cuenta todo el funcionamiento en sí.

### ***Ficha de Revisión Documentaria***

“La investigación documental y de campo son las técnicas básicas de la investigación que nos sirven para recopilar los datos de nuestra investigación” (Baena, Metodología de la Investigación, 2017, p. 84 ).

Nos permitirá hacer una búsqueda de los diversos documentos para el diseño de la máquina despedregadora, así como los manuales de los elementos estandarizados, la parte técnica de los equipos, para la evaluación y selección correspondiente.

#### **2.4.2. VALIDEZ**

La validez, en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento que realmente mide la variable que pretende medir (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014)

Con la actual investigación se validará la materia (profesionales de Ingeniería Mecánica Eléctrica) y el responsable de la empresa donde se efectuará dicha investigación, así mismo se deberá tener en cuenta que se validarán los instrumentos de recolección de datos como el aspecto metodológico para indicar los parámetros de funcionamiento.

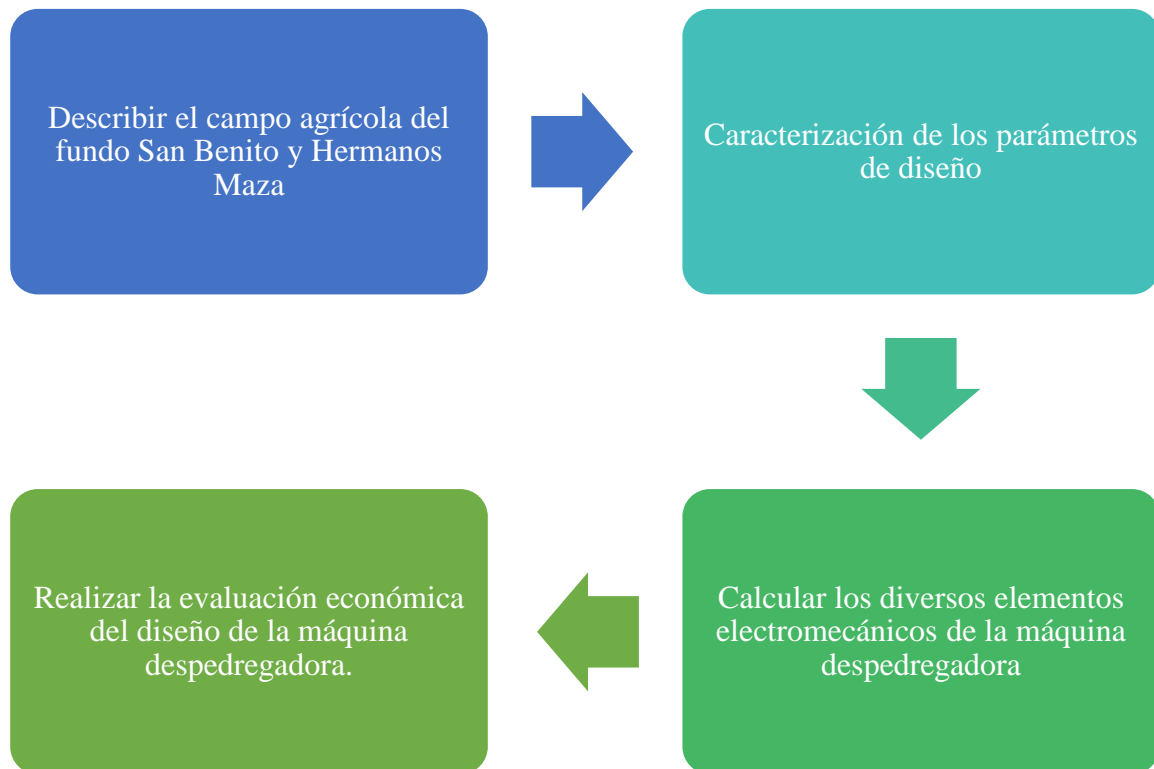
#### **2.4.3. CONFIABILIDAD**

“La confiabilidad se calcula y evalúa para todo el instrumento de medición utilizado, o bien, si se administra varios instrumentos, se determina para cada uno de ellos”. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, p. 327).

Dichos cálculos serán brindados por los especialistas que validarán los instrumentos, además de ello si se requiere algún cambio se dará prioridad a lo que indiquen. El mencionado proyecto tendrá la solidez o seguridad de la veracidad de todo aquel resultado que sea arrojado por la investigación.



## 2.5. PROCEDIMIENTO



## 2.6. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

La presente investigación obtendrá un análisis de datos, el cual se realizará a través de la estadística descriptiva aplicando las variables de estudio, cuadrando todo dato y tasando los factores habituales.

## 2.7. ASPECTOS ÉTICOS

Como investigador he creído conveniente tener en cuenta la propiedad intelectual, la confiabilidad y todo dato suministrado por la empresa, teniendo en cuenta los resultados arrojados por la investigación que se presenta, el diseño de la máquina planteada no tiene un efecto negativo en la sociedad si no por el contrario un beneficio para esta.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. DESCRIPCIÓN DEL CAMPO AGRÍCOLA DEL FUNDO SAN BENITO Y HERMANOS MAZA

El campo de San Benito y hermanos Maza presenta diferentes tamaños y tipos de rocas y piedras, para lo cual hay que retirarlas del terreno para ejercer la agricultura.

Se obtuvo mediante muestras del diámetro promedio de piedras por m<sup>2</sup>, las cuales se realizó bajo un estricto estudio de cada situación de la población, de piedras en el FUNDO SAN BENITO Y HERMANOS MAZA. Por lo cual se determinó lo siguiente, siendo representado el diámetro y cantidad de piedras en la siguiente tabla:

*Tabla 1. Características geométricas de las piedras en el Fundo San Benito y hermanos.*

	DIAMETRO PROMEDIO DE LAS PIEDRAS				
MUESTRA	6 cm	8 cm	10 cm	15 cm	20 cm
1	3	2	0	0	0
2	1	3	1	1	0
3	1	1	0	0	1
4	0	2	1	1	0
5	1	1	0	0	1
6	1	3	0	1	0
7	2	2	1	0	0
8	1	0	1	1	0
9	1	2	0	0	1
10	2	2	1	0	0
11	1	0	0	1	1
12	0	4	1	2	0
TOTAL	14	22	6	7	4

Fuente: Autoría propia

Tras haber realizado un muestreo por m<sup>2</sup> llegamos a la conclusión que las piedras tienen un diámetro de 6cm hasta un diámetro de 20cm, siendo el diámetro de 8 cm más común.

Tabla 2. Clasificación de piedras según su tamaño.

TIPO	TAMAÑO(Ø mm)
Gravilla	2-20
Grava	20-50
Piedra pequeña	50-150
Piedra media	150-400
Piedra gruesa	>400

Fuente: Autoría propia

Se da a conocer que la piedra dominante en el terreno es la piedra caliza.

### 3.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA MÁQUINA DESPEDREGADORA

El presente diseño se caracterizó tomando en cuenta artículos, revistas, normas y empresas dedicadas al rubro de venta y fabricación de máquinas despedregadora. Se obtuvo lista de consideraciones a tener en cuenta:

La empresa TASIAS realizo un trabajo de ingeniería exhaustivo donde determino que las velocidades de avance de la máquina que oscila entre los 5Km/h y 10Km/h.

La empresa TRIGINER hizo un estudio de desgaste abrasivos y de impactos de materiales usando aceros de gran dureza por la naturaleza del trabajo, usando el acero AISI 1080.

Tabla 3. Parámetros de diseño

PARÁMETROS DE DISEÑO			
PARÁMETRO	CRITERIOS DE EMPRESA	PARÁMETRO	REQUERIMIENTO DEL CLIENTE
VELOCIDAD	5-10 Km/h	TERRENO	10 Ha
POTENCIA DEL TRACTOR	50-70 CV	DIMENSIONES DE LA PIEDRA	17 pasos > Descanso 900 mm

Fuente: Autoría propia.

Por tanto, nos regiremos a los parámetros ya establecidos bajo requerimiento del cliente y empresas dedicadas al rubro del proyecto en mención.

### 3.3. CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS ELECTROMECAÓNICOS DE LA MÁQUINA DESPEDREGADORA DE 1 TM DE CAPACIDAD

#### 1) POTENCIA MÍNIMA DEL TRACTOR

Se tiene por entendido que, potencia es la capacidad que se tiene para llevar a cabo un trabajo en un tiempo determinado. Toda potencia de un tractor es medida en caballos de fuerza (HP) en la barra de tiro y puede ser calculada por una ecuación.

$$HP = F \cdot V / 273.74$$

Donde:

F = Es la fuerza requerida para llevar a cabo cierta labor en el campo o para accionar un implemento y colocarlo en posición de trabajo.

V = Velocidad de operación en Km/hora

273.74 = una constante

De la ecuación se despeja la fuerza (F), de esta manera se puede conocer el valor de la fuerza estimada que puede entregar el tractor.

$$F = HP \cdot 273.74 / V$$

Por consiguiente, la tabla de las fuerzas estima la entrega correcta del tractor a las diferentes velocidades, viendo así los cálculos son vistos con la potencia mínima la cual es tomada del manual del tractor.

*Tabla 4: Fuerza teórica estimada entregada por el tractor 5403*

Potencia [HP]	Velocidad [K/h]	Fuerza [N]
49.315	5	10840
49.315	4	13550
49.315	3	18066
49.315	2	27100

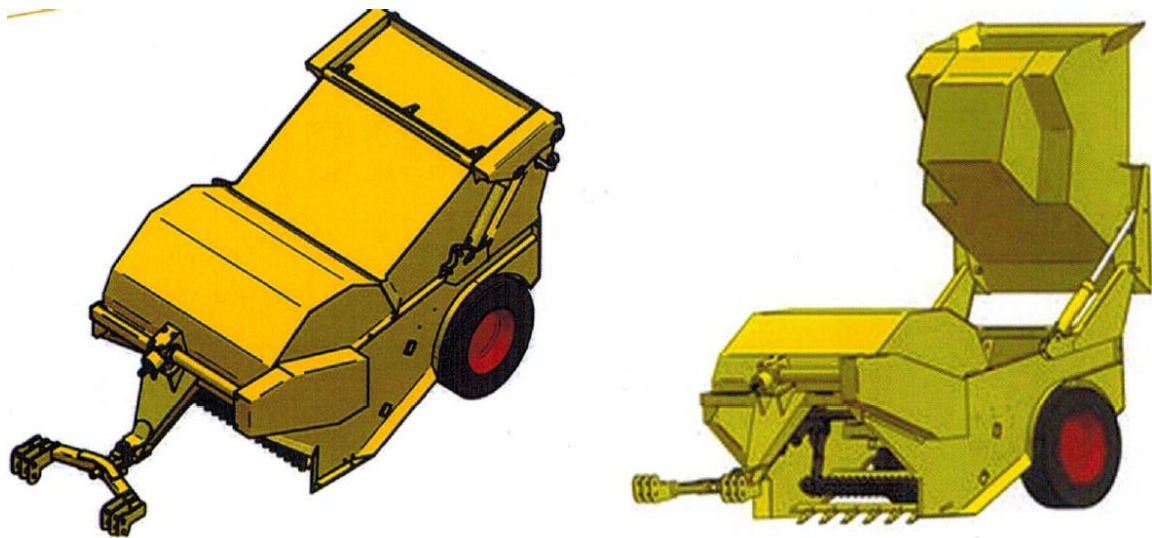
Fuente: Autoría propia

*Tabla 5. Dimensiones generales del diseño de la despedregadora.*

Frenos	Circuitos Hidráulicos	Ancho Labor	Ancho total	Largo	Altura descarga	Peso (Kg)	Carga (Kg)	Tractor	Ruedas
No	1	1.50m	1.71m	3.73m	1.53m	1450	1000	50 cv	10.0/75

Fuente: Autoría propia

*Figura 1: Diseño de la despedregadora 1 TM.*



Fuente: Autoría propia

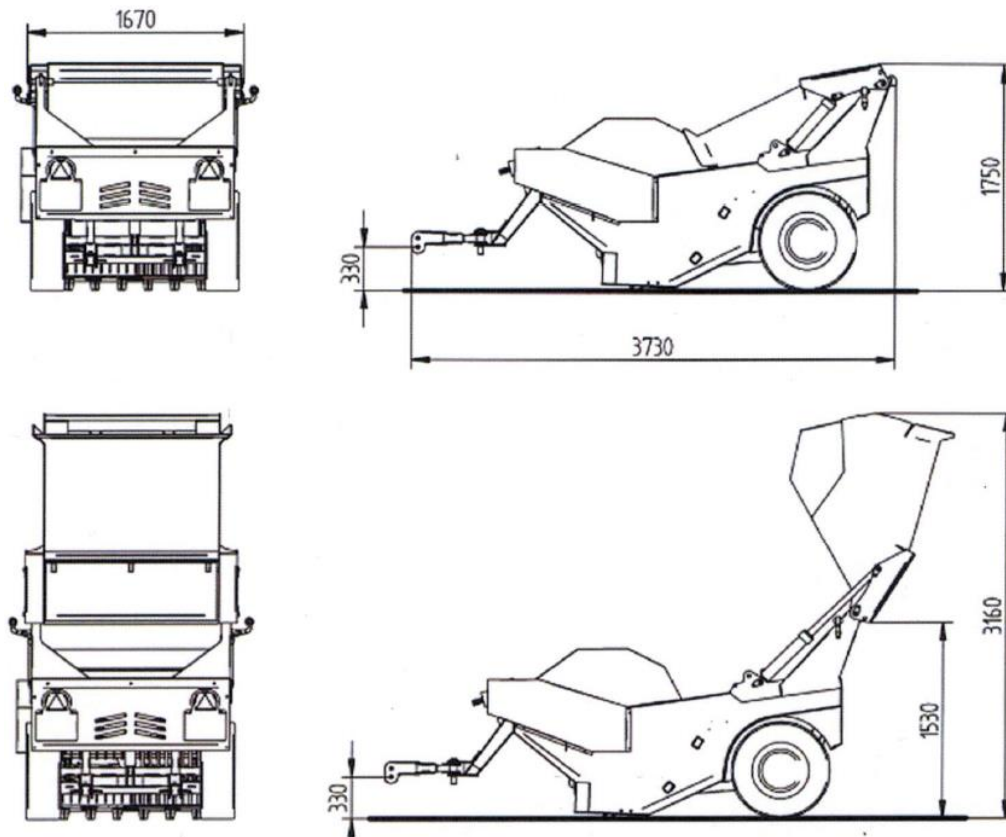


Figura 2: Dimensionamiento de la despedregadora. Fuente: Autoría propia

### 3.4. CÁLCULO DEL RENDIMIENTO HORARIO DE LA MAQUINA (m<sup>3</sup>/h)

a. Cálculo de metros cúbicos de piedra:

$$V(m^3) = \frac{m(t)}{\rho(\frac{t}{m^3})}$$

Donde:

$\rho$ : Densidad de la piedra caliza

$m$ : Cantidad de material

$V$ : metros cúbicos de piedra (volumen de piedra)

Según la tabla de densidades en el anexo:  $\rho=2.4 \text{ t/m}^3$

Datos:  $m=1\text{t}=1000 \text{ kg}$

$$V = \frac{1(t)}{2.4(\frac{t}{m^3})}$$

$$V=0.4167\text{m}^3$$

b. Factor de llenado:

*Tabla 6: Factor de llenado de máquinas agrícolas.*

La tabla indica la cantidad aproximada del material como porcentaje de capacidad nominal de cucharón, o sea lo que realmente moverá el cucharón por ciclo.

Material suelto	Factor de llenado
-----------------	-------------------

Agregados húmedos mezclados	95-100%
Agregados uniformes hasta 3 mm (1/8")	95-100%
De 3 a 9mm (1/8a 3/8")	90-95%
De 12 a 19 mm (1/2 a 3/4")	85-90%
De 25 mm (1") y más grandes	58-90%

Roca de voladura	Factor de llenado
------------------	-------------------

Bien fragmentada	80-95%
De fragmentación mediana	75-90%
Mal fragmentada	60-75%

Varios	Factor de llenado
--------	-------------------

Mezcla de tierra y roca	100-120%
Limo húmedo	100-110%
Suelo, piedras, raíces	80-100%
Materiales cementados	85-95%

Fuente: Autoría propia

Según la tabla el Factor de llenado = 80%

c. Tiempo del ciclo

- Los cargadores articulados, ven con el tiempo del ciclo básico varía dependiendo, en ello la mayor medida del tamaño del mecanismo, entre 0.40 a 0.80 minutos, (de menor a mayor tamaño) y ello se sumará o restará las fracciones en los minutos según lo siguientes:

Tabla 7: Ciclos de trabajo según condición y operación.

	Minutos a sumar (+) o a restar (-) del ciclo básico
<b>Máquina</b>	
Manipulados de materiales	(-) 0.05
<b>Materiales</b>	
Mezclados	(+) 0.02
Hasta 3mm (1/8 pulg)	(+) 0.02
De 3 mm (1/8 pulg) a 20mm (3/4 pulg)	(-) 0.02
De 20 mm (3/4 pulg) a 150mm (6 pulg)	0.00
Más de 150 mm (6 pulg)	(+) 0.03 y más
Banco o fracturado	(+) 0.04 y más
<b>Pila</b>	
Apilado por transportador o topadora a más de 3 m (10 pies)	0
Apilado por transportador o topadora a menos de 3 m (10 pies)	(+) 0.01
Descargado por camión	(+) 0.02
<b>Varios</b>	
Mismo propietario de camiones y cargadores	Hasta (-) 0.04
Propietario independiente de camiones	Hasta (+) 0.04
Operación constante	Hasta (-) 0.04
Operación intermitente	Hasta (+) 0.04
Punto de carga pequeño	Hasta (+) 0.04
Punto de carga frágil	Hasta (+) 0.05

Fuente: Rendimiento de: cargador frontal y retroexcavadora.



Ciclo= 0.4 (ciclo básico) + 0.04 (banco) + 0.04 (propietario) – 0.04 (operación constante)

$$\text{Ciclo} = 0.44$$

- Ciclos por horas

$$\frac{\text{Ciclos}}{\text{hora}} = \frac{60 \frac{\text{min}}{\text{hr}} \times \text{Factor de llenado}}{\text{Ciclo}} = \frac{60 \times 80\%}{0.44} = 109.09 \frac{\text{ciclos}}{\text{hr}}$$

- Volumen del material que se moverá en cada ciclo

$$\frac{M^3}{\text{ciclo}} = \text{capacidad nominal} \times \text{factor de llenado}$$

$$\frac{M^3}{\text{ciclo}} = 0.4167 m^3 \times 0.8 = 0.33 \frac{m^3}{\text{ciclo}}$$

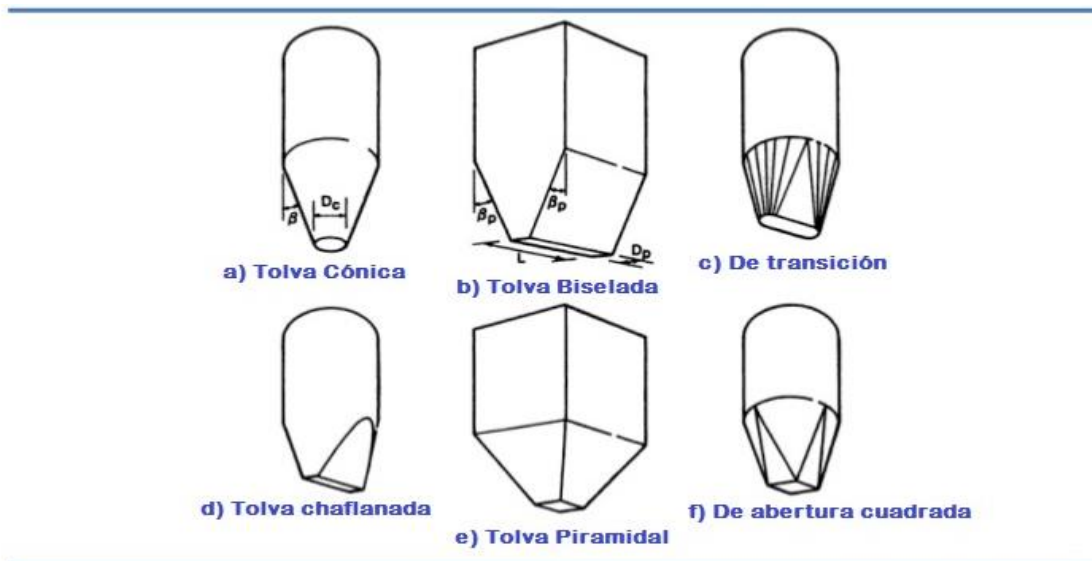
d. Rendimiento

$$\text{rendimiento horario} = \frac{m^3}{\text{ciclo}} \times \frac{\text{ciclos}}{\text{hr}}$$

$$\text{rendimiento horario} = 0.33 \times 109.09 = 36.37 m^3/\text{hr}$$

### 3.5. CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DE LA TOLVA

Figura 3: Tolvas de flujo másico.



Fuente: Autoría propia

De las tolvas anteriores elegiremos el diseño de la Tolva Biselada ya que se adapta a la geometría de la maquina despedregadora y también nos va permitir tener un mayor control del material que almacenemos.

a) Cálculos del volumen de piedra y volumen de la tolva

$$V_p = \frac{T}{\rho_p}$$

Dónde:

$\rho_{piedra}$  : Densidad de la piedra (2400 kg/m<sup>3</sup>)

T: capacidad de la despedregadora (cantidad de piedra)

$V_p$ : Volumen de la piedra

$$V_p = \frac{1000 \text{ kg}}{2400 \text{ kg/m}^3} = 0.4167 \text{ m}^3$$

Diseñamos la tolva para que almacene piedras de hasta 20 cm de diámetro, por lo tanto, van a ver espacios vacíos dado que la piedra por su geometría es irregular e indeterminada.

Asumiremos que las piedras en su máximo tamaño ocuparan un 40% del volumen total de la tolva, esto quiere decir lo siguiente:

$$V_p = V_T \times 40\%$$

Dónde:

$V_T$  : Volumen de la tolva

$V_p$ : Volumen de piedra

$$V_{tolva} = \frac{V_p}{0.4} = \frac{0.4167\text{m}^3}{0.4} = 1.042 \text{ m}^3$$

- b) Ángulo de reposo, ángulo de fricción interna y ángulo de fricción con la pared de la tolva



Figura 4: Ángulo de reposo. Fuente: Autoría propia

Ángulo de reposo:

Según tabla es:

$$\alpha^\circ = 27^\circ$$

Ángulo de fricción interna

Según tabla:

$$\varphi_e^\circ = 35^\circ$$

Ángulo de fricción con la pared de la tolva

Según tabla:

$$\varphi_w^\circ = 22^\circ$$

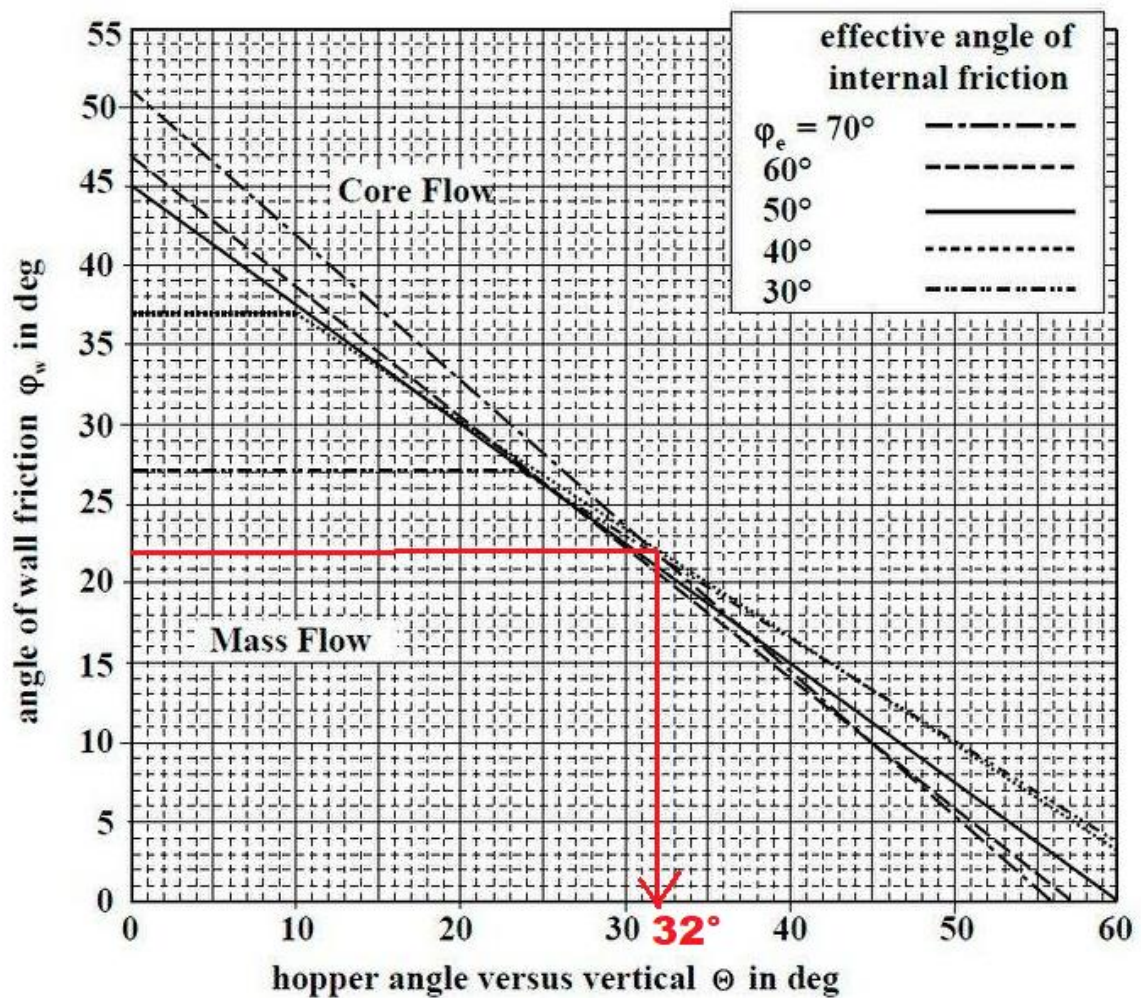
$\alpha^\circ$ : Ángulo de reposo

$\varphi_e^\circ$ : ángulo de fricción interna

$\varphi_w^\circ$ : ángulo de fricción con la pared de la tolva

c) Ángulo vertical (Ángulo de pared o descarga)

Figura 5: Ángulo de pared o descarga.



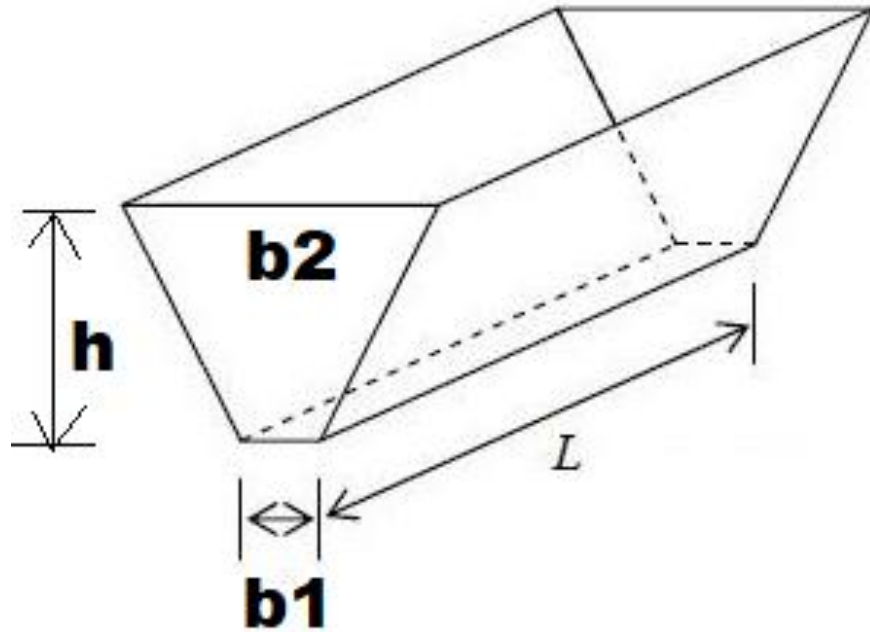
Fuente: Autoría propia

$$\Theta^\circ = 32^\circ$$

d) Dimensiones de la tolva

Como ya sabemos que nuestro volumen de la tolva es de  $1.042 \text{ m}^3$

Figura 6: Bosquejo de la tolva.



Fuente: Autoría propia

$$V = \frac{1}{2}[(b_1 + b_2)h]L$$

Determinando nuestra base menor de 0.4m (pudiendo entrar 2 piedras de máximo tamaño 0.2m) más unos 10 cm de tolerancia al atoramiento, entonces:

$$b_1 = 0.5 \text{ m}$$

Y consideraremos una altura de 0.9m

$$b_2 = 2 \times (\tan \theta^\circ \times h) + b_1$$

$$b_2 = 2 \times (\tan 32^\circ \times 0.9) + 0.5$$

$$b_2 = 1.6 \text{ m}$$

Como sabemos que el volumen de la tolva es de  $1.042\text{m}^3$

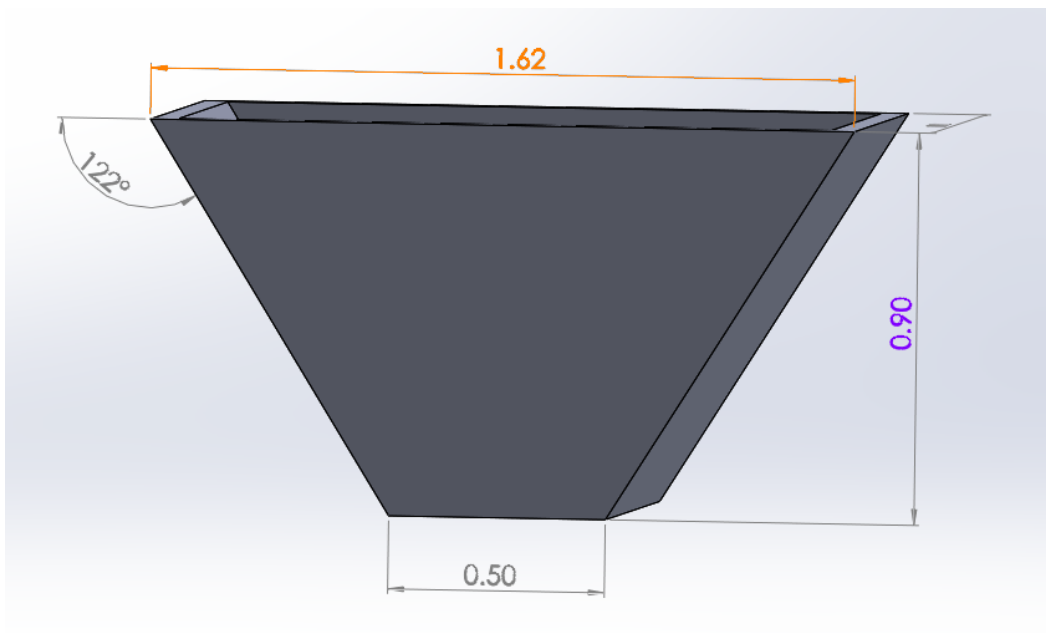
$$V = \left[ \frac{1}{2} (b_1 + b_2) h \right] L$$

$$1.042 = \left[ \frac{1}{2} (0.5 + 1.63) 0.9 \right] L$$

$$L = 1.1\text{m}$$

Ahora que ya tenemos las dimensiones de nuestra tolva que va ser exclusivamente para almacenar las piedras, luego tendremos que diseñar una proyección de la misma que va servir para el desplazamiento de las piedras para su ingreso y expulsión de la tolva.

*Figura 7: Bosquejo de la tolva.*



*Fuente: Autoría propia*

e) Proyección de la tolva

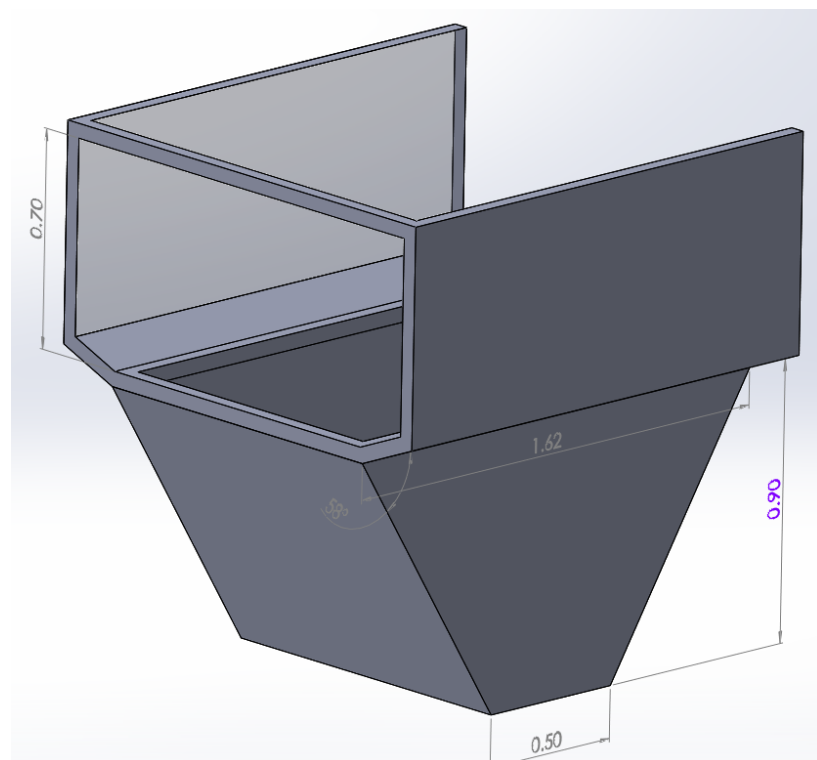
I. Ingreso de las piedras

El ingreso de las piedras hacia la tolva va tener que ser por la sección longitudinal, ya que este lado va estar paralelo al eje de remoción de las piedras.

A criterio personal el ingreso va tener un largo de 0.4m más que la longitud de la tolva con un alto de 0.7m. Los 0.4m se distribuirán 0.2m en cada extremo de la tolva.

En conclusión, la entrada será de 1.5mx0.7m

*Figura 8: Tolva con sus medidas reales.*



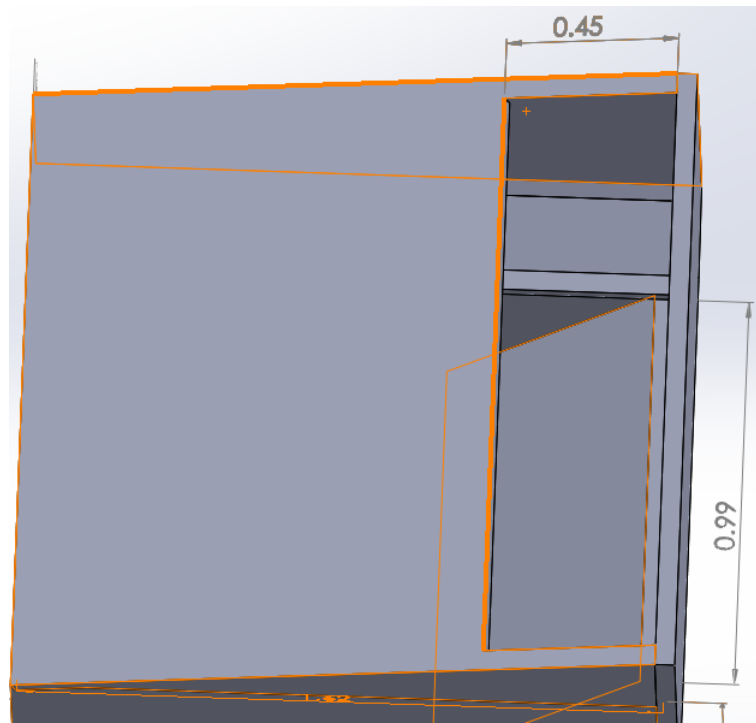
*Fuente: Autoría propia*

II. Salida de las piedras

Tendremos que diseñar una puerta de desfogue para la tolva. La cual, al momento de ser accionada por los pistones, la fuerza de gravedad actuará sobre el interior de la tolva dando movimiento a las piedras ejerciendo fuerza sobre la puerta. La puerta tendrá unas bisagras para poder hacer la rotación.

Ya que tenemos la longitud de la proyección de la tolva trabajaremos con esa medida 1.5m y el ancho será 45cm para que no haya obstrucción en caso 2 piedras de 20 cm se atoren.

*Figura 9: Vista superior de la tolva.*



*Fuente: Autoría propia*

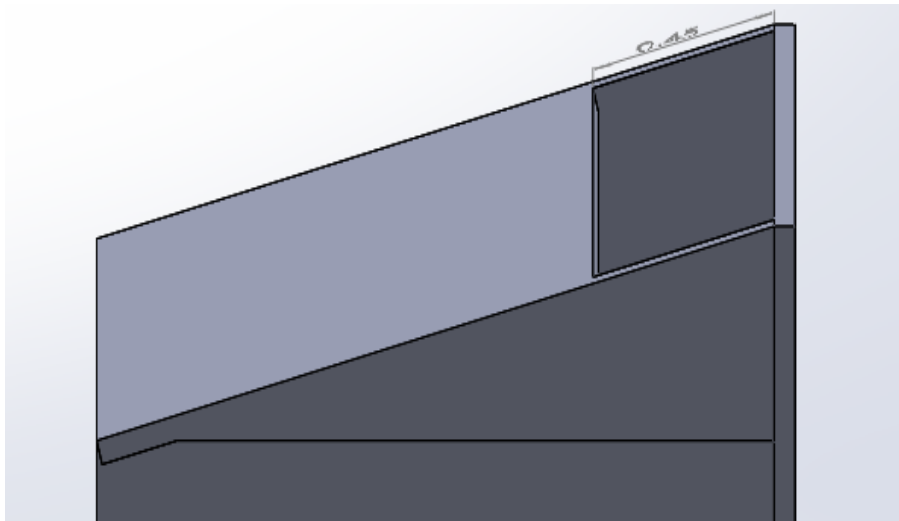
### III. Techo de la tolva

Ya que la puerta tiene que permanecer cerrada durante el proceso de recojo de piedras, tenemos que darle un ángulo al techo de la tolva para que con la fuerza de la gravedad permanezca cerrada.

El ángulo que emplearemos será unos  $15^\circ$ .



*Figura 10: Vista lateral de la tolva.*

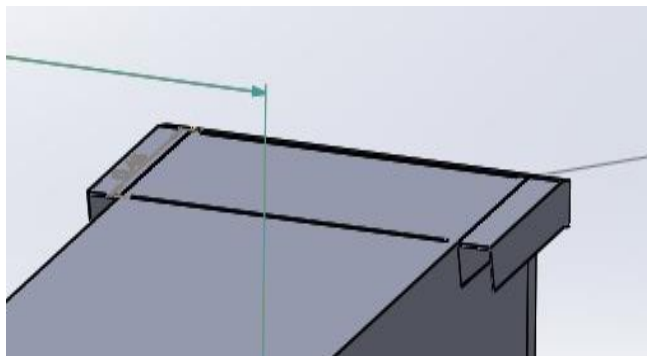


*Fuente: Autoría propia*

#### IV. Aletas de la tolva

Estas van ir soldadas en la misma tolva que va servir como superficie para que el pistón actúe sobre la misma y se pueda dar el proceso de vaciado de la tolva. También para que la tolva haga el movimiento de rotación. También de tope para que las piedras no choquen con el pistón hidráulico.

*Figura 11: Aletas de la tolva.*



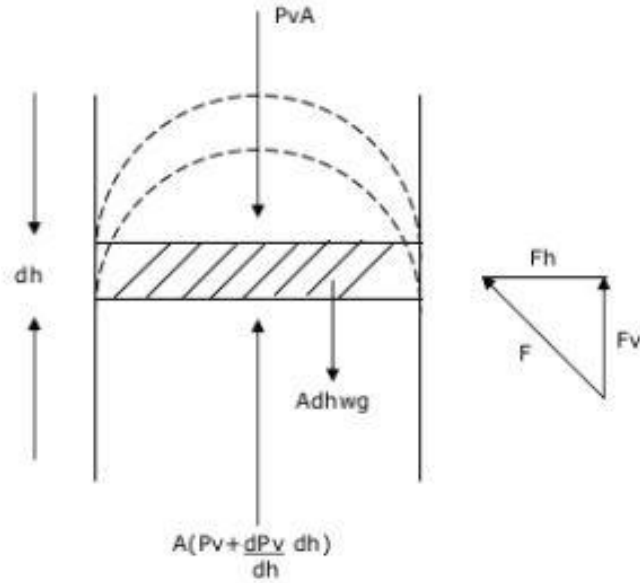
*Fuente: Autoría propia*

#### f) Cálculo de presión en el fondo y las paredes de la tolva.

Usaremos el método de Janssen para el cálculo de las presiones que ejerce la masa de la piedra en las planchas de la tolva.

Para este cálculo usaremos la masa total que soportara la tolva que es 1000Kg. Determinamos usar acero AISI 1080.

Figura 12: Fuerzas en la pared y fondo de la tolva.



Fuente: Autoría propia

$$P_V = \frac{gwR}{\mu k} \left( 1 - e^{\frac{-\mu K h}{R}} \right)$$

Donde:

$P_V$ : Presión en el fondo de la tolva (Pa)

$g$ : Aceleración de la gravedad = 9.81 m/s<sup>2</sup>

$w$ : Masa de la piedra total = 1000 Kg

$\mu$ : Coeficiente de fricción entre la piedra y la tolva ( $\tan \varphi_w$ ) = 0.404

$h$ : Altura de la tolva = 0.9 m

$L$ : Largo = 1.1 m

$a$ : Ancho = 0.5 m

$K$ : Constante de Janssen, es igual a

$$K = \frac{1 - \sin \varphi_e}{1 + \sin \varphi_e};$$

$\varphi_e$  es el ángulo de fricción interna = 35°

Entonces:

$$K = \frac{1 - \operatorname{sen} 35^\circ}{1 + \operatorname{sen} 35^\circ} = 0.271$$

$R$ : Radio hidráulico, calculado como el área seccional sobre el perímetro seccional

$$R = \frac{A}{Per}$$

$A$ : área  $m^2$

$Per$ : perimetro(m)

$$R = \frac{A}{Per} = \frac{0.5 \times 1.1}{2(0.5 + 1.1)} = 0.171875m$$

Entonces:

$$P_V = \frac{gwR}{\mu k} \left( 1 - e^{\frac{-\mu Kh}{R}} \right)$$

$$P_V = \frac{9.81 \times 1000 \times 0.171875}{0.404 \times 0.271} \left( 1 - e^{\frac{-0.404 \times 0.271 \times 0.9}{0.171875}} \right)$$

$$P_V = 6719.74Pa$$

La presión en el fondo de la tolva será de 6719.74Pa, sabiendo que las dimensiones son de 0.5mx1.1m.

$$P = \frac{F}{A}$$

Donde:

P: presión (Pa)

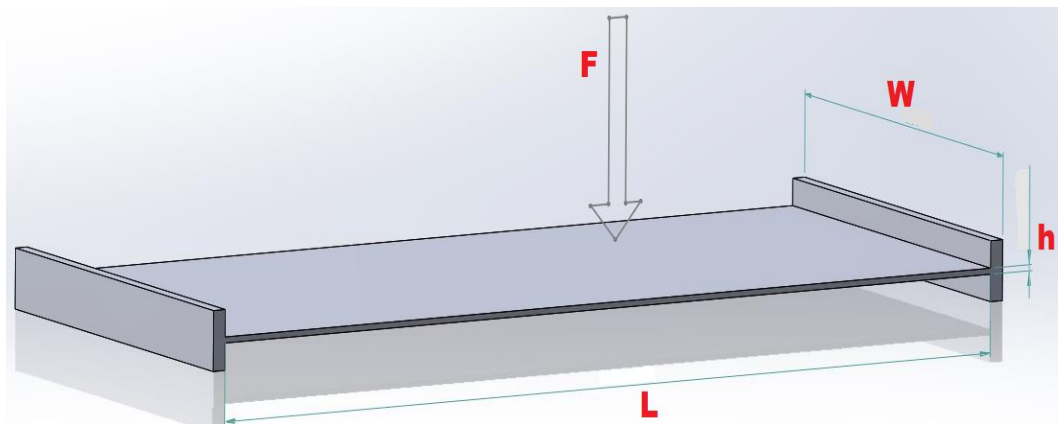
F: fuerza(N)

A: área (m<sup>2</sup>)

$$F = P \times A = 6719 \times (0.5 \times 1.1) = 3695.45 \text{ N}$$

g) Cálculo de esfuerzos en el fondo de la tolva

Figura 13: flexión en planchas.



Fuente: Autoría propia

$$\sigma_{flexion} = \frac{3FL}{2wh^2}$$

Donde:

$\sigma_{flexion}$ : Esfuerzo de flexión (MPa)

F: Fuerza aplicada en el fondo de la tolva(N)

L: Longitud de la base (m)

w: Ancho de la base (m)

h: Espesor de la plancha (m)

$$\sigma_{flexion} = \frac{3 \times 3695.45 \text{ N} \times 1.1 \text{ m}}{2 \times 0.5 \text{ m} \times (h)^2}$$

Calcularemos el esfuerzo para 3 espesores de: 5mm, 6mm y 7mm.

Para 5mm:

$$\sigma_{flexion} = 487.8 MPa$$

Para 6mm:

$$\sigma_{flexion} = 338.75 MPa$$

Para 7mm:

$$\sigma_{flexion} = 248.88 MPa$$

h) Factor de seguridad

$$\eta_s = \frac{S_y}{\sigma_{flexion}}$$

Donde:

$\eta_s$ : factor de seguridad

$S_y$ : esfuerzo de fluencia del acero AISI 1080 = 530MPa

Con un espesor de 6 mm nuestro factor de seguridad seria el siguiente:

$$\eta_s = \frac{530 MPa}{338.75 MPa}$$

$$\eta_s = 1.56$$

Con 6mm de espesor nos da un factor de seguridad de 1.56 esto quiere decir que la tolva soporta el 50% mas de su capacidad. Ahora si eleveamos nuestro factor de seguridad seria innecesario ya que la tolva esta diseñada con un volumen para cierta capacidad.

### 3.6. CÁLCULO DEL SISTEMA DE RECOJO DE PIEDRAS

Para este cálculo el análisis es con una piedra de máximo tamaño para la cual está diseñada la maquina despedregadora, es decir de 20cm de diámetro. Por cuestión de diseño vamos hacer que la piedra sea un cubo de 20cm de lado, ya teniendo la densidad de la piedra podremos estimar la masa de la piedra.

$$D = \frac{M}{V}$$

D: densidad de la piedra caliza (2400 Kg/m<sup>3</sup>)

V: volumen de la piedra (0.2m)<sup>3</sup> = 0.008m<sup>3</sup>

$$M = D \times V = 2400 \times 0.008 = 19.2Kg$$

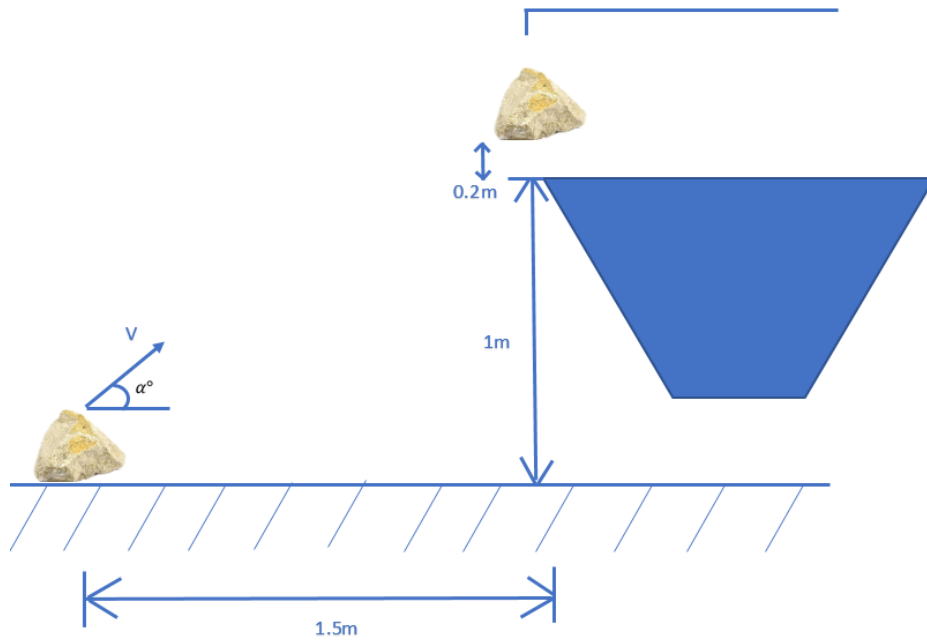
Ya que tenemos la masa estimada de la piedra, procederemos a calcular la velocidad inicial que adquiere la piedra al aplicarle una fuerza, la cual resulta de la paleta con la piedra. Luego con la velocidad calcularemos la fuerza con que golpea la paleta a la piedra.

#### a) Cálculo de la velocidad inicial de la piedra

Para poder calcular la velocidad inicial tendremos que analizar el movimiento parabólico que realiza la piedra desde que impacta la paleta con la piedra hasta el ingreso a la tolva.

Vamos a colocar la tolva a 10 cm del suelo y el eje a una distancia de 1.5m de la tolva, esto quiere decir que la piedra se encuentra a 1.5m de la tolva.

*Figura 14: Movimiento parabólico de la piedra.*



Fuente: Autoría propia

Determinamos como altura máxima cuando la piedra está ingresando a la tolva, producto de la trayectoria parabólica que realiza la piedra cuando se le aplica una fuerza.

#### I. Cálculo del ángulo

$$\tan \alpha^{\circ} = \frac{4 \times H_{max}}{D}$$

Donde:

$\alpha^{\circ}$ : ángulo de elevación

$H_{max}$ : altura máxima que alcanza la piedra

$D$ : distancia total horizontal

$$\tan \alpha^{\circ} = \frac{4 \times 1.2}{2(1.5)}$$

$$\alpha^{\circ} = \tan^{-1} \left( \frac{4.8}{3} \right) = 58^{\circ}$$

## II. Cálculo de la velocidad inicial

$$V_0 = \sqrt{\frac{H_{max} \times 2g}{\sin \alpha^\circ}}$$

Donde:

$g$ : gravedad ( $9.8 \text{ m/s}^2$ )

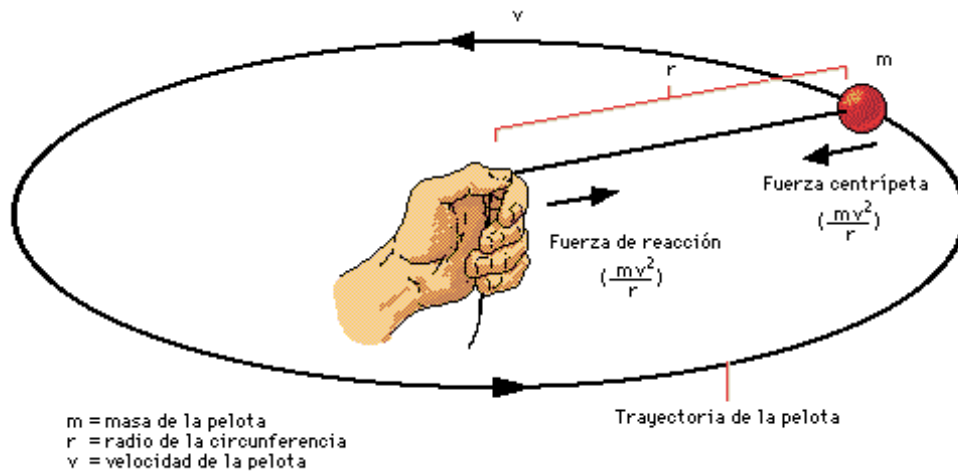
$$V_0 = \sqrt{\frac{1.2 \times 2(9.8)}{\sin 58^\circ}}$$

$$V_0 = 5.27 \text{ m/s}$$

### b) Cálculo de la fuerza

Para este análisis vamos usar el movimiento circular que ejerce la paleta sobre el eje y la piedra al momento de impactarla, el radio sera la longitud de nuestro paleta que sera asignada un valor de 40cm.

Figura 15: Movimiento Circular.



Fuente: Autoría propia



Al momento de impactar la piedra adquiere una fuerza de reacción esta será calculada por la siguiente formula:

$$F = \frac{m \times v^2}{r}$$

Donde:

F: fuerza con la que se golpea la piedra (N)

m: masa de la piedra (Kg)

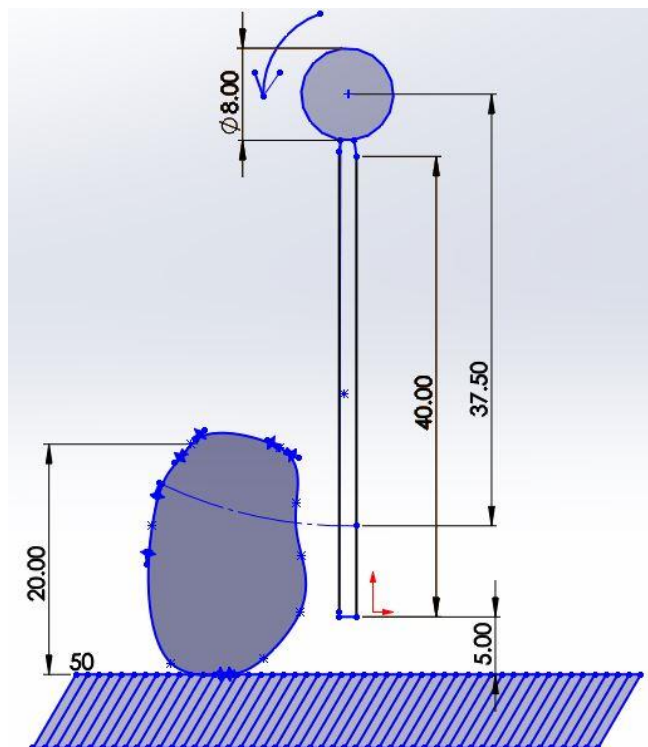
v: velocidad con que inicia la piedra (m/s<sup>2</sup>)

r: longitud de la paleta (m)

Para aplicar esta fórmula tendremos que hacer un diagrama de cuerpo libre, para esto se considera una longitud de 40cm para la paleta y además que al momento en que la paleta se encuentre en su punto más bajo de la circunferencia que describe su movimiento este a 5cm del suelo.

Determinamos por adelantado un diámetro del eje principal de 8cm.

*Figura 16: Impacto de la paleta con la piedra.*



*Fuente: Autoría propia*

**Figura 17: Impacto de la paleta con la piedra**

En el gráfico apreciamos que la distancia del centro del eje principal hasta el punto de impacto entre la paleta y la piedra es de:

$$D=4\text{cm}+25\text{cm}+7.5\text{cm}=0.365\text{m}$$

Esta distancia viene ser el radio de la circunferencia que proyecta el movimiento de la paleta.

Entonces:

$$F = \frac{m \times v^2}{r}$$

$$F = \frac{19.2 \times 5.27^2}{0.365} = 1460.9 \text{ N}$$

c) Momento Torsor

La fuerza F genera un momento torsor debido a su dirección horizontal, dicho esfuerzo se halla de la siguiente manera:

$$d) \sum M_Z = 0$$

$$M_T = F_P \times d$$

Donde:

$M_Z$  = Momentos en el eje z (Nm)

$M_T$  = Momento torsor (Nm)

$F_P$  = Fuerza aplicada por paleta: 1460.9 N

d = Distancia desde el punto donde impacta la fuerza hacia el centro (m)

Entonces:

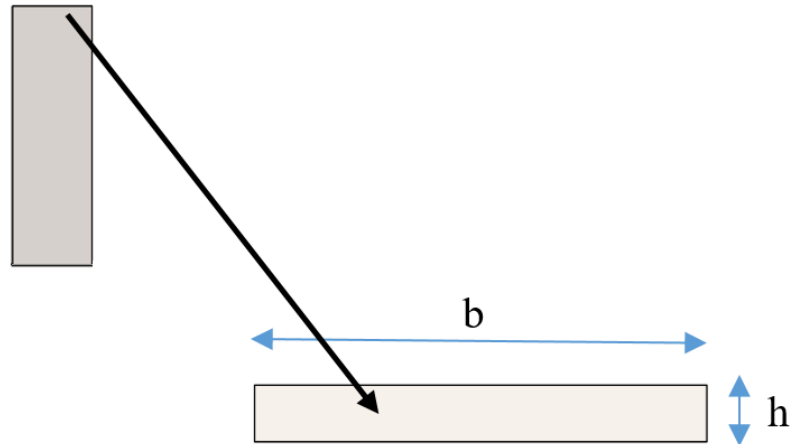
$$M_T = 1460.9 \text{ N} \times (0.365\text{m}) = 533.23 \text{ Nm}$$

Eso quiere decir que el momento máximo torsor es 533.23 Nm y la fuerza máxima es 1460.9 N.

d) Cálculo del esfuerzo normal máximo

La paleta tiene una base y altura que vendría hacer el ancho y el espesor.

Figura 17: Área superior de la paleta de remoción.



Fuente: Autoría propia

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{M_{T\ m\acute{a}x} \times C}{I}$$

Donde:

$\sigma_{m\acute{a}x}$  = Esfuerzo normal máximo (MPa)

$M_{T\ m\acute{a}x}$  = Momento máximo: 533.23 Nm

$C$  = Distancia al centroide (m)

$I$  = Momento de inercia ( $m^4$ )

El momento de inercia de la sección rectangular se halla con la siguiente ecuación:

$$I = \frac{b \times h^3}{12}$$

Donde:

$b$  = Base o ancho de la paleta (m)

$h$  = Altura o espesor de la paleta (m)

Sustituyendo en la ecuación de Esfuerzo normal máximo, tenemos lo siguiente:

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{533.23 \times \frac{h}{2}}{\frac{b \times h^3}{12}} = \frac{3199.38}{b \times h^2}$$

Asumiendo la base de **60 mm** y un espesor de **1.5cm**, el esfuerzo normal máximo es:

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{3199.38}{b \times h^2}$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{3199.38}{0.06 \times (0.015)^2}$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = 236.991MPa$$

Debido a que la fuerza es perpendicular a la paleta, el esfuerzo normal máximo es igual al esfuerzo equivalente. Para poder comprobar el rendimiento del diseño se halla el factor de seguridad:

$$\eta_s = \frac{S_y}{\sigma_{m\acute{a}x}}$$

Donde:

$\eta_s$ : factor de seguridad

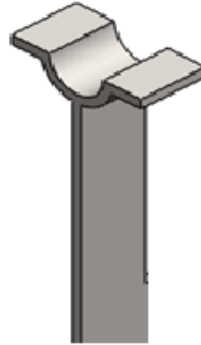
$S_y$ : esfuerzo de fluencia del acero AISI 1080

$\sigma_{m\acute{a}x}$ : esfuerzo maximo

$$\eta_s = \frac{530MPa}{236.991MPa} = 2.23$$

A continuación se presenta un gráfico de la paleta unida a la abrazadera del eje mediante soldadura.

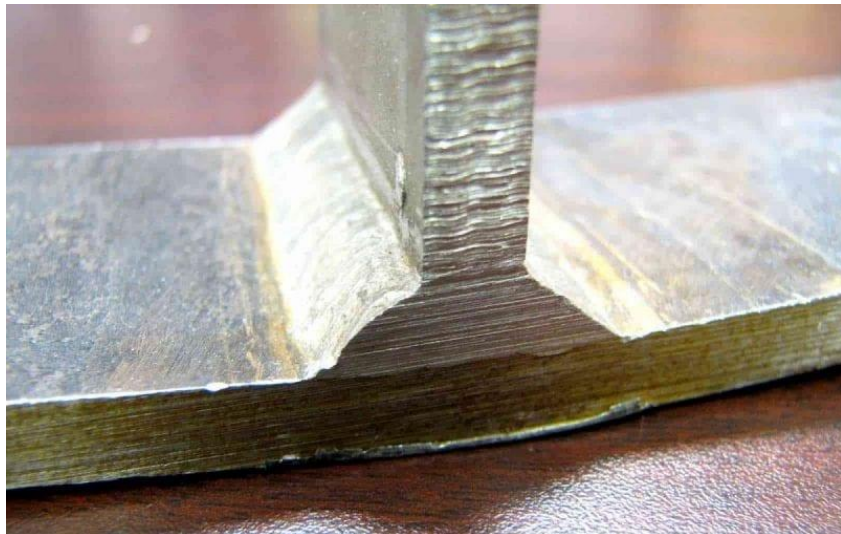
*Figura 18: Paleta soldada con la abrazadera.*



*Fuente: Autoría propia*

En una unión de tipo T para este tipo, nuestro cordón de soldadura debe ser el siguiente:

*Figura 19: Unión de soldadura en T.*



*Fuente: Autoría propia*

### **3.7. CÁLCULOS DEL EJE PRINCIPAL**

El eje es el elemento fundamental que recibe la potencia del motorreductor, soporta el peso de las paletas de recojo, por estos motivos es que el eje es el elemento más crítico de la máquina. Para el estudio correspondiente se considera solo el análisis estático ya que el eje no gira a grandes revoluciones (no se ve alterado por efectos dinámicos).

Tabla 8: Pesos proyectados para el análisis del eje

Elemento / Parte		Masa (kg)	Cantidad	Masa total (kg)
<b>Chumaceras</b>	Tipo P	7.9	2	15.8
<b>Paletas y soldadura</b>		3	13	49
<b>Abrazadera</b>		1.5	13	19.5
Total				84.3

Fuente: Autoría Propia

Para calcular la fuerza total a la que estará expuesta el eje se multiplica la masa total por la aceleración de la gravedad:

$$F_T = 84.3kg \times 9.81 m/s^2 = 826.98N$$

La fuerza total se aplica de manera proporcional a ambos lados del eje. A continuación, se muestra un gráfico que demuestra lo mencionado:

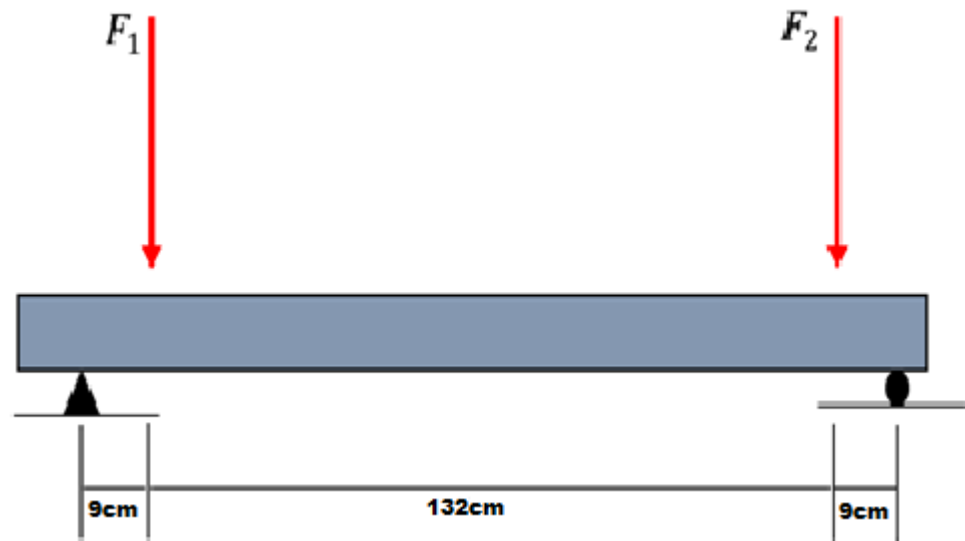


Figura 20: Representación gráfica de fuerzas en el eje principal. Fuente: Elaboración propia

El gráfico se interpreta de la siguiente manera:

$$F_T = F_1 + F_2 = 826.98N$$

Y sabemos que:

$$F_1 = F_2$$

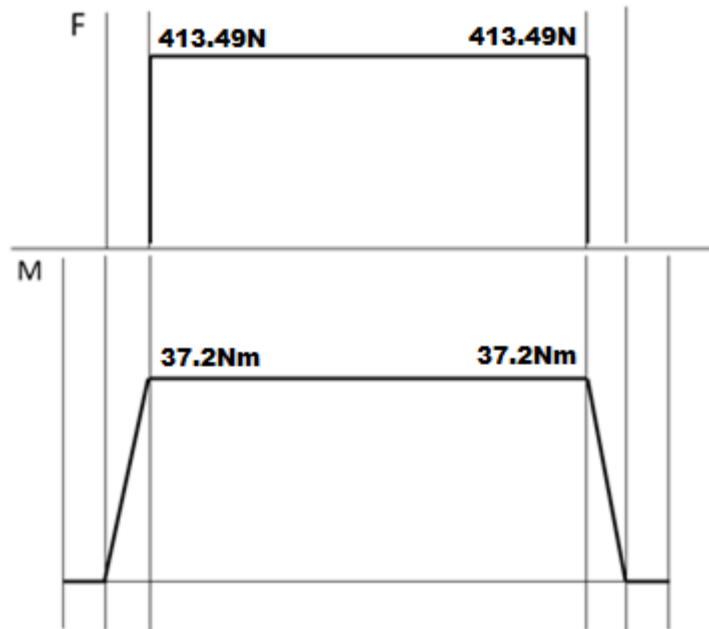
Entonces:

$$F_1 = \frac{826.98N}{2} = 413.49N = F_2$$

El momento flector máximo ( $M_{M\acute{A}X}$ ) se hallará de la siguiente manera:

$$M_{M\acute{A}X} = 413.49N \times 0.09m = 37.2 Nm$$

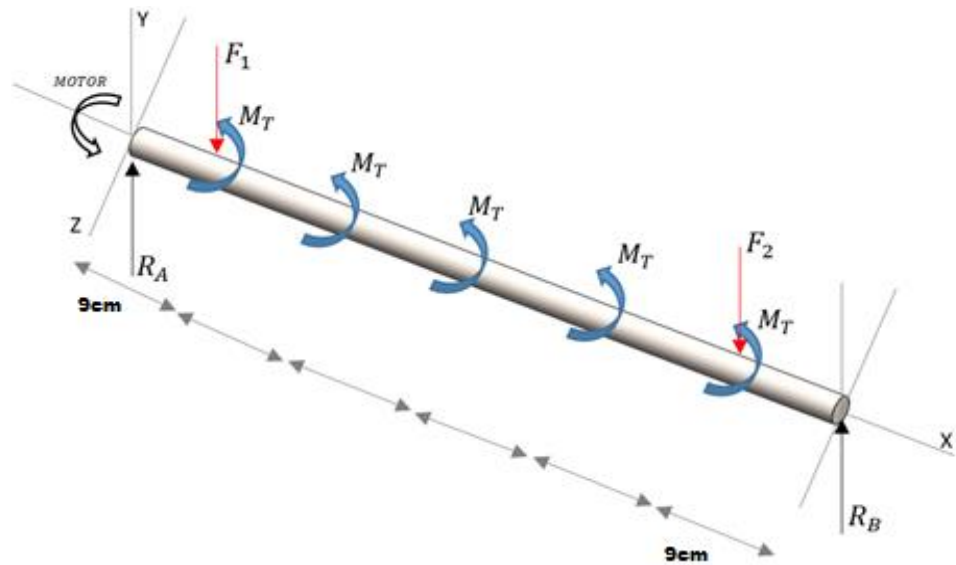
Figura 21: Diagramas de fuerzas y momentos.



Fuente: Autoría propia

Para el diseño del eje se considera un **diámetro de 80 mm**. En el siguiente Diagrama de Cuerpo Libre se muestra todos los momentos y fuerzas a los que se ve sometido el eje:

Figura 22: Diagramas de cuerpo libre del eje.



Fuente: Autoría propia

Como van a ver 13 paletas van a ver 13 momentos torsores ( $M_T$ ), separados de 5cm.

La primera paleta se ubica a 9cm del punto A y la última paleta se ubica a 9 cm del punto B.

Recordando que las paletas tienen un ancho de 6 cm y van separadas de 5cm en 5cm.

#### a) Análisis de esfuerzos

Para poder obtener un factor de seguridad es necesario hallar los esfuerzos de flexión y de torsión en el eje principal.

Esfuerzo de flexión:

$$\sigma_{M\acute{A}X} = \frac{M_{M\acute{A}X} \times C}{I}$$



Donde:

$\sigma_{M\acute{A}X}$  = Esfuerzo normal máximo (MPa)

$M_{M\acute{A}X}$  = Momento máximo: 37.2 Nm

$C$  = Distancia al centroide (m)

$I$  = Momento de inercia ( $m^4$ )

El momento de inercia de la sección circular se halla con la siguiente ecuación:

$$I = \frac{\pi \times D_{eje}^4}{64}$$

Donde:

$D_{eje}$  = Diámetro del eje: 0.08 m

Sustituyendo en la ecuación de Esfuerzo normal máximo, tenemos lo siguiente:

$$\sigma_{M\acute{A}X} = \frac{M_{M\acute{A}X} \times \frac{D_{eje}}{2}}{\frac{\pi \times D_{eje}^4}{64}}$$

$$\sigma_{M\acute{A}X} = \frac{32 \times M_{M\acute{A}X}}{\pi D_{eje}^3}$$

$$\sigma_{M\acute{A}X} = \frac{32 \times 37.2}{\pi (0.08)^3} = 0.74 \text{ MPa}$$

Tensión de torsión:

$$\tau_{T \text{ } M\acute{A}X} = \frac{M_T \times c}{J}$$

Donde:

$\tau_{T \text{ MÁX}}$  = Esfuerzo torsor máximo (MPa)

$M_T$  = Momento torsor máximo:  $533.23 \text{ Nm} \times 13 = 6931.99 \text{ Nm}$

J: Momento de inercia polar del eje principal viene dado por la siguiente fórmula:

$$J = \frac{\pi \times D_{eje}^4}{32}$$

$$\tau_{T \text{ MÁX}} = \frac{M_T \times \frac{D_{eje}}{2}}{\frac{\pi \times D_{eje}^4}{32}}$$

$$\tau_{T \text{ MÁX}} = \frac{16 \times M_T}{\pi \times D_{eje}^3}$$

$$\tau_{T \text{ MÁX}} = \frac{16 \times 6931.99}{\pi \times (0.08)^3} = 68.95 \text{ MPa}$$

Entonces:

$$\sigma_{flexión} = 0.74 \text{ MPa}$$

$$\tau_{torsión} = 68.95 \text{ MPa}$$

## b) Factor de seguridad

Usando la hipótesis de falla estática de Von Mises para ejes circulares, rotativos y sólidos se calculará la energía de Von Mises:

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_x^2 + 3 \tau_{xy}^2}$$

Donde:

$\sigma'$  = Esfuerzo de Von Mises (MPa)

$\sigma_x$  = Esfuerzo normal (MPa)

$\tau_{xy}$  = Esfuerzo cortante (MPa)

Entonces:

$$\sigma' = \sqrt{(0.74)^2 + 3 \times (68.95)^2} = 119.43 \text{ MPa}$$

Con este dato hallaremos el Factor de Seguridad estático del eje:

$$\eta_s = \frac{S_y}{\sigma'}$$

Donde:

$\eta_s$  = Factor de seguridad

$S_y$  = Esfuerzo último del acero inoxidable ASTM A36: 250 MPa

$$\eta_s = \frac{250}{119.43} = 2.1$$

Con este dato verificamos que el eje tiene un diseño favorable capaz de soportar hasta el doble del requerimiento.

### 3.8. CÁLCULO DEL MOTORREDUCTOR

#### a) Potencia del motor eléctrico (KW)

Antes de empezar con el cálculo del motor eléctrico, tenemos que dejar en claro que la fuente de alimentación del motor eléctrico vendrá de las baterías del Tractor, para después pasar por un inversor y luego por el circuito de fuerza y el circuito de control.

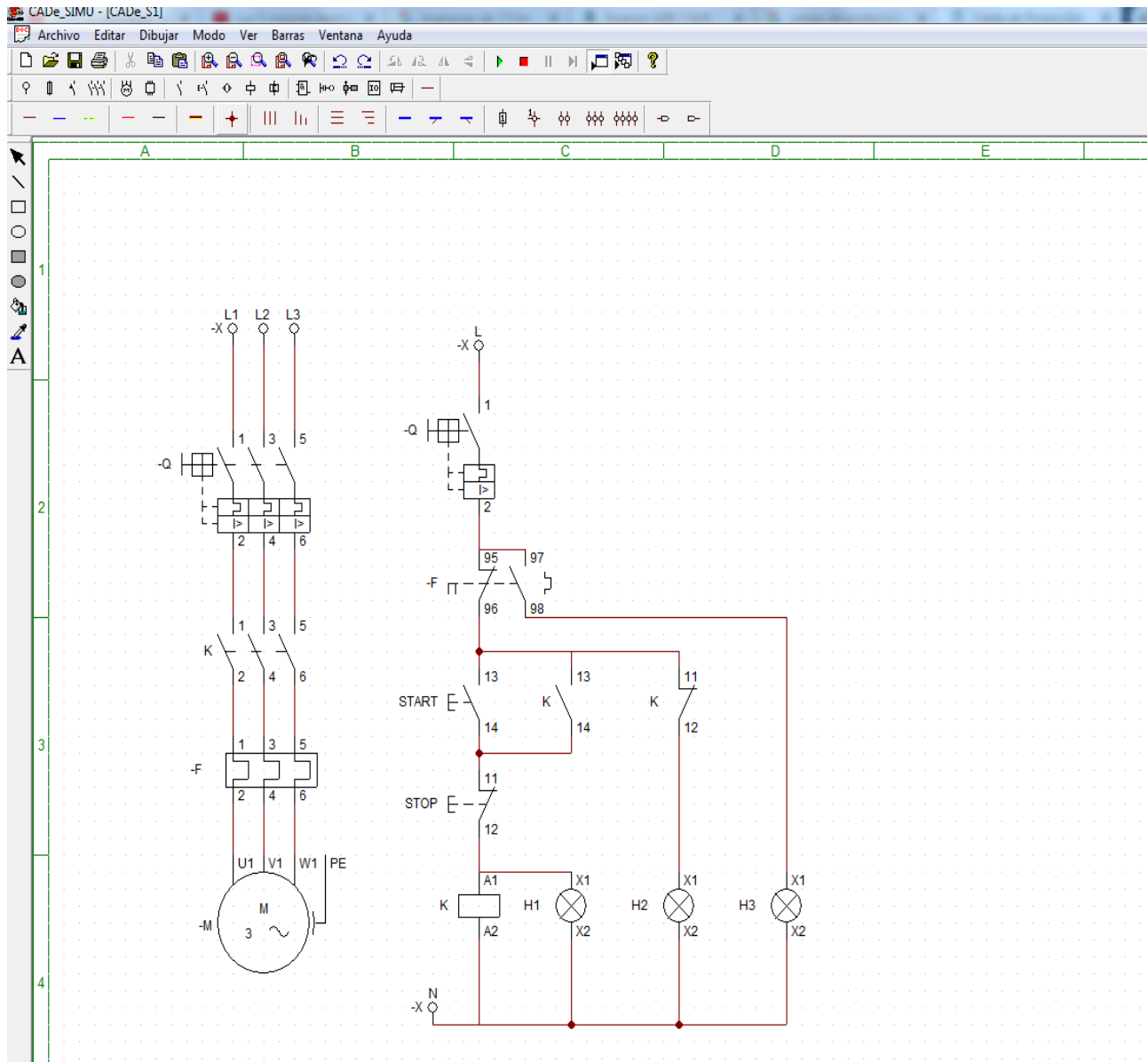
La simulación y diseño se hizo en un programa llamado CAdE\_SIMU.

A continuación, mostramos nuestro circuito de fuerza y control para lo cual usamos los siguientes elementos:

- Inversor
- Disyuntor trifásico
- Disyuntor monofásico
- Llave termomagnética
- Relé térmico
- *Contactores*
- Pulsadores
- Lámpara pilotos de color amarillo, verde y rojo

- Apagado

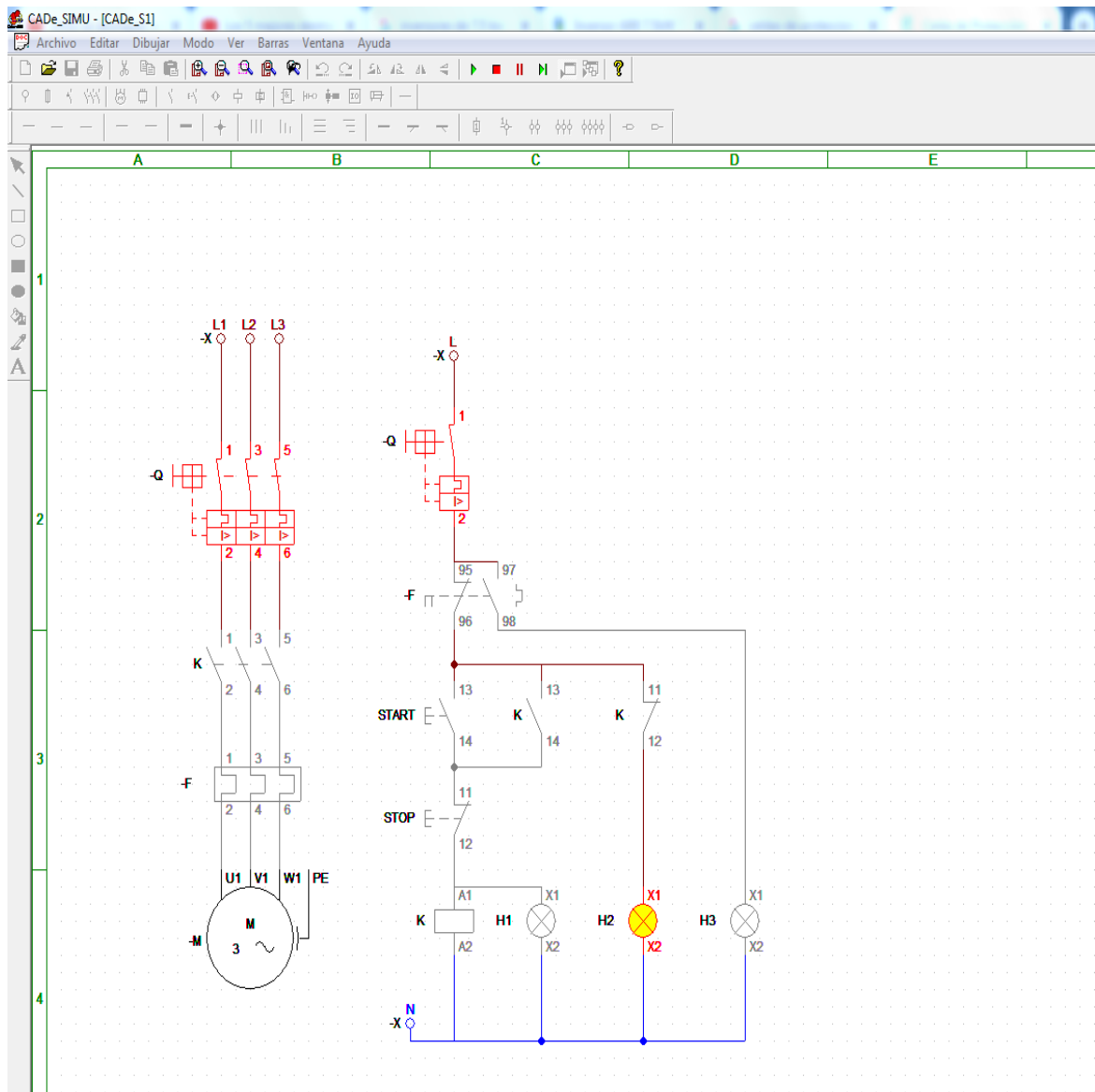
Figura 23: Conexión eléctrica en modo apagado.



Fuente: Autoría propia

- Energizado

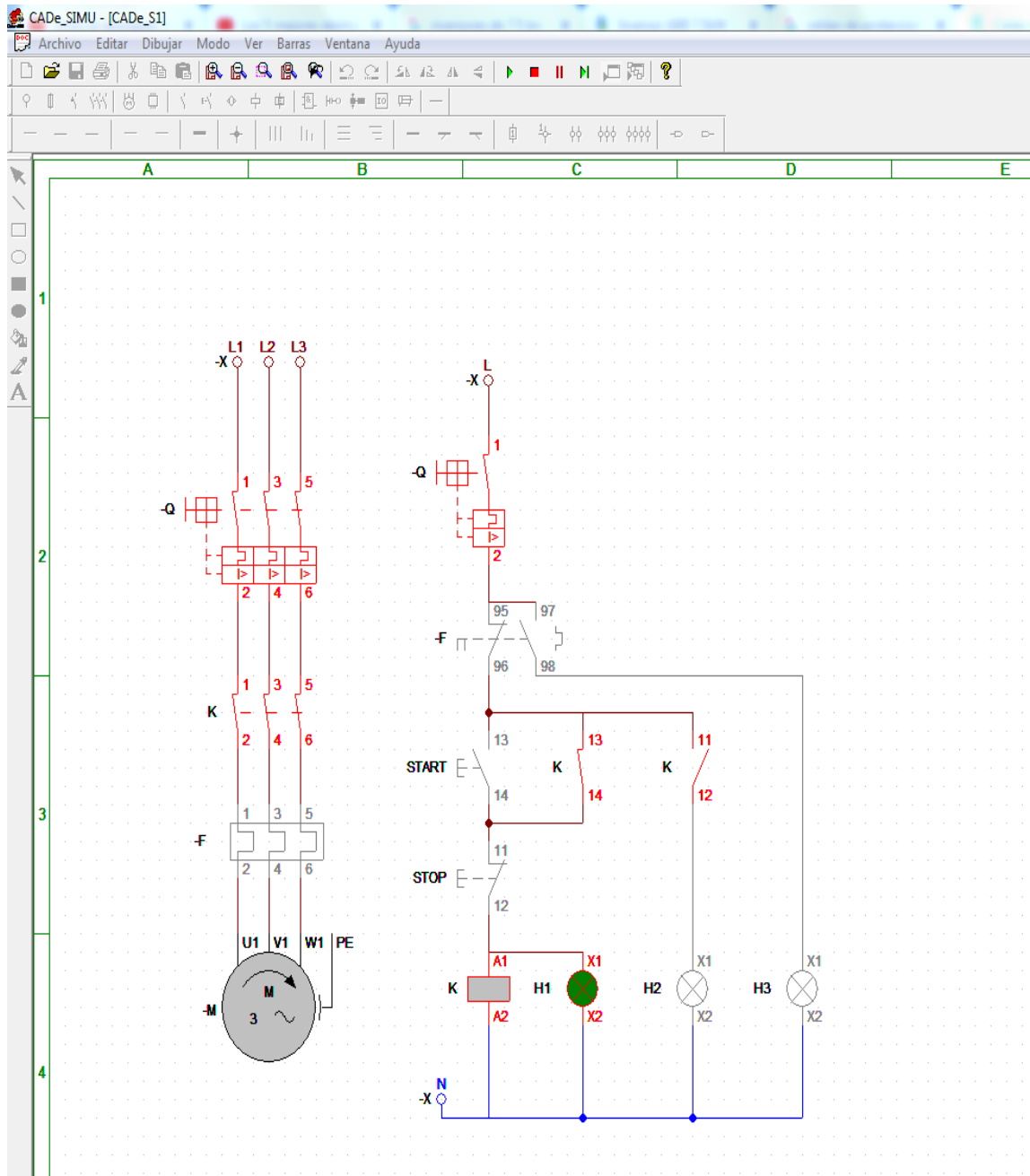
Figura 24: conexión eléctrica en modo energizado.



Fuente: Autoría propia

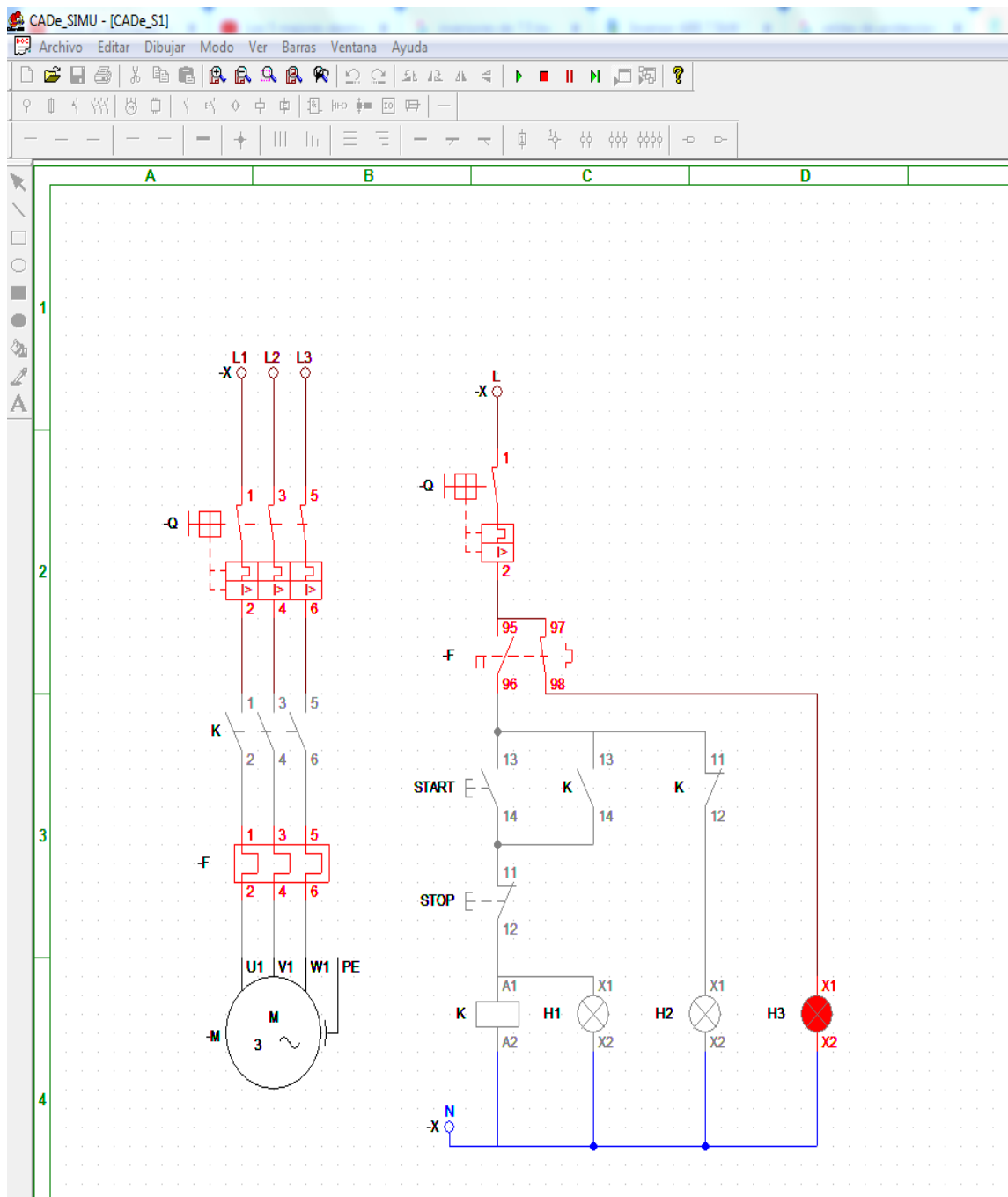
- Encendido

*Figura 25: Conexión eléctrica en encendido.*



*Fuente: Autoría propia*

Figura 26: conexión eléctrica en modo sobrecorriente.



Fuente: Autoría propia



El equipo encargado de transmitir la potencia al eje principal y con ello, a las paletas es un motor eléctrico. La potencia un motor eléctrico se halla de la siguiente manera:

$$P = T \times \omega$$

Donde:

P = Potencia (W)

T = Torque: 533.23 Nm

$\omega$  = Velocidad angular (rad/s)

La velocidad angular seria la siguiente:

$$\omega = \frac{V_T}{r}$$

Donde:

$V_T$ : Velocidad tangencial (m/s)

r: Radio (m)

$$\omega = \frac{5.27 \text{ m/s}}{0.365 \text{ m}} = 14.438 \frac{\text{rad}}{\text{s}} = 138 \text{ RPM}$$

$$P = 533.2 \times 14.4 = 7698.77 \text{ W} = 7.7 \text{ KW}$$

#### b) Corriente eléctrica

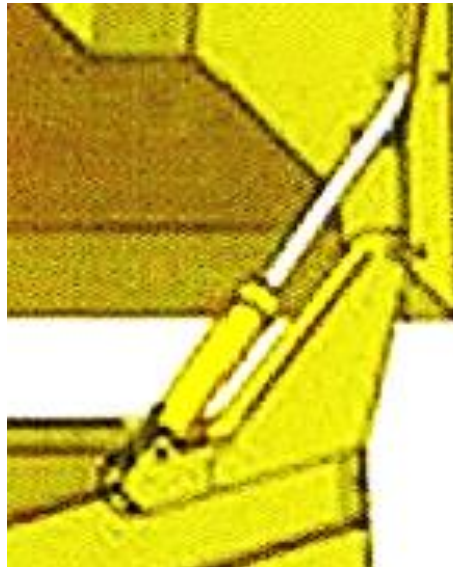
Mayormente un motorreductor trabaja con corriente trifásica y un voltaje de 380 V, se toma además un factor de potencia de 0.8. Con la potencia hallada anteriormente se calcula la corriente del equipo:

$$I = \frac{7698.77 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.8} = 14.62 \text{ A}$$

### 3.9. CÁLCULO DEL PISTÓN HIDRÁULICO

El sistema diseñado consta de la utilización de un pistón hidráulico que se accionaran en la parte superior de la tolva. La cual mostraremos una vista en 3D del desplazamiento de la tolva accionada por el pistón hidráulico con todos sus componentes.

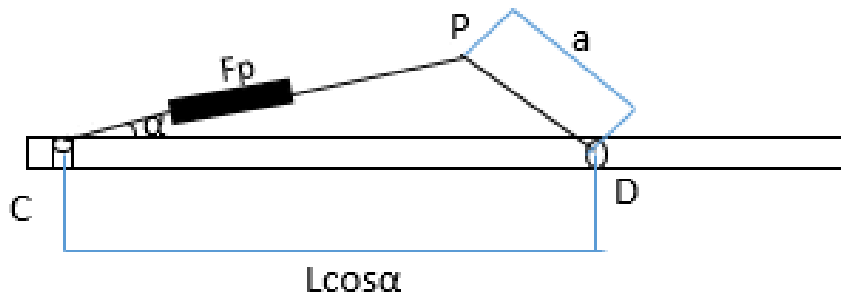
*Figura 27: Posicionamiento del pistón hidráulico.*



*Fuente: Catálogo de Pistones*

Por tanto, mostraremos su Diagrama de Cuerpo Libre (DCL), ubicando los puntos de apoyo, fuerza y al ángulo de desplazamiento que va a ser proyectado. Además, en la siguiente imagen se muestra una vista frontal del sistema de elevación, además de su simbología, para cada parte del sistema.

Figura 28: Diagrama de cuerpo de libre de las fuerzas intervinientes.

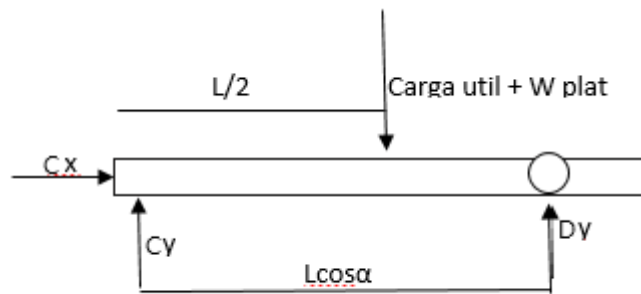


Fuente: Autoría propia

### - Análisis de fuerzas CD

Se analiza el DCL de la barra horizontal CD con sus respectivas formulas. El cual analizaremos que en este diseño se encuentra el total del peso útil más el peso del material (piedra) que se detallara a continuación:

Figura 29: DCL de la barra CD.



Fuente: Autoría propia

Las ecuaciones estáticas para la barra horizontal AB son las siguientes:

$$\sum F_x = 0 \dots\dots\dots (1)$$

$$C_x = 0 \dots\dots\dots (1.1)$$

$$\sum F_y = 0 \dots\dots\dots (2)$$

$$C_y = W_{tot} - D_y \dots\dots\dots (2.1)$$

$$\sum M_c = 0 \dots\dots\dots (3)$$

$$Dy = \frac{WxK}{L\cos\alpha} \dots\dots\dots (3.1)$$

Para realizar con el procedimiento de cálculo, se determina el peso total que ejerce sobre la plataforma, lo cual viene hacer la carga útil que seria 2000 kg incluyendo un factor de seguridad de 2, más el peso de la tolva que por el material que es una plancha de acero estriada y la cantidad de varillas de tubo cuadrado, planchas y otros, se determinó que es un peso excedente de 85 kg lo cual el peso total es:

$$W_{total} = Carga\ util + W\ plataforma \dots\dots\dots (4)$$

$$W_{total} = 2000\ kg + 85\ kg$$

$$W_{total} = 2085\ kg \dots\dots\dots (4.1)$$

Teniendo como dato:

- $L = 2.5\ m$
- $\alpha = 42^\circ$

W total= 2085 kg

Se resolvió:

$$\sum Fy = 0 \dots\dots\dots (5)$$

$$Cy = 695.62 \dots\dots\dots (5.1)$$

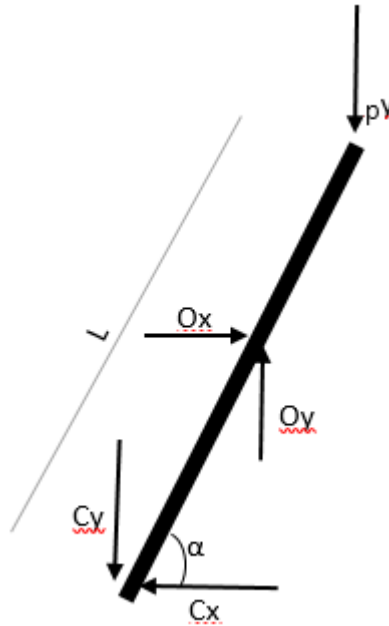
$$\sum M_c = 0 \dots\dots\dots (6)$$

$$Dy = 1389.38 \dots\dots\dots (6.1)$$

#### - **Análisis de fuerzas Cp**

Se realiza el DCL del brazo de elevación Cp con sus respectivas formulas. Se detalla a continuación:

Figura 30: DCL de las fuerzas  $C_p$ .



Fuente: Autoría propia

$$\sum F_x = 0 \dots\dots\dots (7)$$

$$O_x = C_x \dots\dots\dots (7.1)$$

$$\sum F_y = 0 \dots\dots\dots (8)$$

$$O_y = C_y + p_y \dots\dots\dots (8.1)$$

$$\sum M_C = 0 \dots\dots\dots (9)$$

$$O_y = \frac{p_y(L\cos\alpha) + O_x\left(\frac{L}{2}\sin\alpha\right)}{L\cos\alpha} \dots\dots\dots (9.1)$$

Teniendo como datos:

- $L = 1.97 \text{ m}$
- $p_y = 1389.38 \text{ N}$
- $\alpha = 42^\circ$

Habiendo despejado las formulas por cada momento y fuerza, se procede a desarrollar el cálculo mediante matrices para su desarrollo con 3 variables; y se obtuvo lo siguiente:

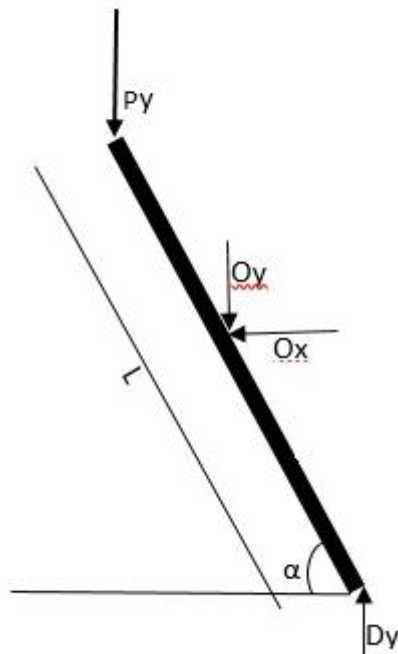
$$Oy = 687.12$$

$$Cy = 296.15$$

$$Ox = 406.11$$

#### - Análisis de fuerzas pD

Figura 31: Diagrama CL, barra horizontal Pd.



Fuente: Autoría propia

$$\sum Fx = 0 \dots\dots\dots (10)$$

$$Ox = \frac{Fp}{2} x \cos\beta \dots\dots\dots (10.1)$$

$$\sum Fy = 0 \dots\dots\dots (11)$$

$$Dy + \frac{Fp}{2} x \sen\beta = Oy + Ay \dots\dots\dots (11.1)$$

$$\sum M_D = 0 \dots\dots\dots (12)$$

$$A_y * L \cos \alpha + O_y * \frac{L}{2} \cos \alpha + O_x * \frac{L}{2} \sin \alpha = \frac{F_{px}}{2} * a \sin \alpha + \frac{F_{py}}{2} * a \cos \alpha \dots (12.1)$$

Teniendo como dato:

- $O_y = 687.12$
- $C_y = 296.15$
- $O_x = 406.11$
- $L = 1.97 \text{ m}$
- $\alpha = 42^\circ$

Para el ángulo  $\beta$  se asume porque es un dato que se toma de acuerdo al diseñador; y analizando ángulos hemos dado conveniente que sería de  $42^\circ$  ya que es el indicado por la posición del cilindro hidráulico.

En el desarrollo de las formulas anteriores se resuelve que:

$$D_y = 1389.38$$

$$F_p = 305.81$$

Nos arroja que la Fuerza crítica del Pistón es de 305.81 Kg el cual convirtiendo a Newton para seleccionar el cilindro hidráulico por catálogo es el siguiente:

$$F_{\text{pistón}} = 305.81 \text{ kg equivalente a } 3000.39 \text{ N}$$

Procedemos a calcular la presión.

$$P = F/A \dots \dots \dots (13)$$

El tubo cuadrado el cual ejercerá la fuerza es de 2".

Lo cual sustituyendo nos da:

$$P = \frac{3000.39}{\pi \left( \frac{5.08 \text{ cm}}{4} \right)^2}$$

$$P = 592.88 \text{ kPa} = 5.928 \text{ bar}$$

Para hallar el diámetro mínimo del embolo del cilindro hidráulico se obtiene la siguiente expresión:

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4xF_p}{\pi x P}} \dots\dots\dots (14)$$

Reemplazando la fuerza crítica del cilindro hidráulico y utilizando la presión de trabajo que hemos obtenido se obtiene lo siguiente:

$$D_{min} \geq 8.10 \text{ cm}$$

A si mismo se calcula el diámetro mínimo que deberá tener el vástago del cilindro hidráulico. Para esto tenemos la siguiente formula.

$$F_p = \frac{\pi^2 EI}{L_p^2 x FS} \dots\dots\dots (15)$$

Tenemos que:

Lp: carrera de trabajo del cilindro hidráulico

E: módulo de elasticidad del acero ( $2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ )

Fp: Fuerza de pandeo

I: Inercia

FS: Factor de seguridad

Despejando se obtiene el diámetro mínimo para el vástago:

$$D_{min} \geq 3.2 \text{ cm}$$



Finalmente tenemos los siguientes valores.

*Tabla 9: Requerimientos mínimos para selección de pistón hidráulico*

Denominación	Símbolo	Unidades	Valor
Fuerza Crítica del pistón	Fp	KN	3000.39
Posición inicial del cilindro	PI	mm	875
Posición final del cilindro	PF	mm	1875
Carrera de trabajo	C	mm	1000
Diámetro mínimo del embolo	D	cm	8.10
Diámetro mínimo del vástago	D	cm	3.2

Fuente: Autoría propia

En base a estos resultados se seleccionaron dos cilindros hidráulicos de SIMPLE efecto con base soporte de la empresa Asc Joumatic S.A.C debido a que ellos es fácil de hallar y cumplen con las características que necesitamos.

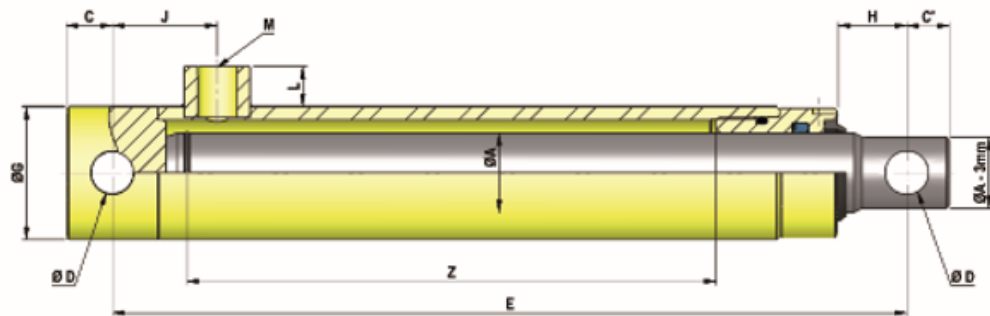
#### - Selección del pistón hidráulico

El cual seleccionamos por catálogo, la fijación tipo horquilla, como ya antes mencionada nos servirá para la sujeción con los brazos hidráulicos y a su vez para su mantenimiento.

Figura 32: Pistón hidráulico.

Diseño para cilindros ØA de 25 a 40

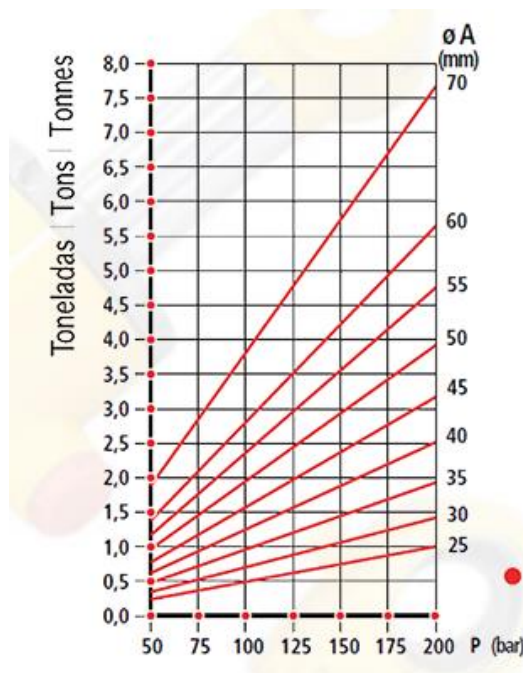
Design for cylinders ØA from 25 to 40 / Conception vérins ØA de 25 à 40



Fuente: Catálogo de Pistón de Google

La empresa nos brinda un diagrama sobre el esfuerzo de pandeo y cómo reacciona el cilindro respecto a la carrera y presión.

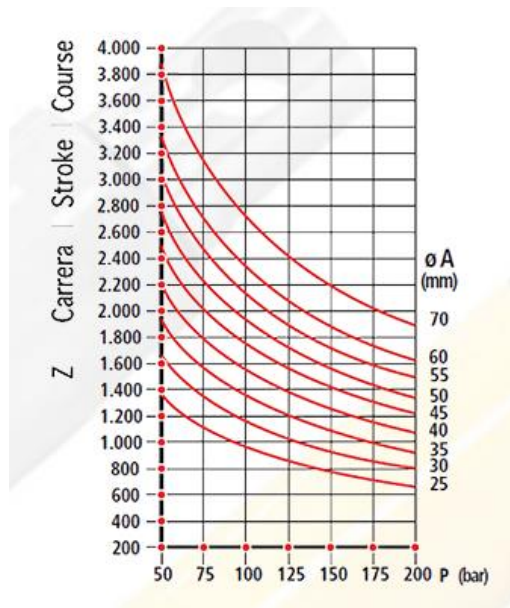
Figura 33: Referencia como actúa el cilindro.



Fuente: Catálogo de Pistones

En esta otra imagen es un diagrama de cómo reacciona el cilindro respecto a una fuerza de empuje.

Figura 34: Referencial sobre cómo actúa el cilindro.



Fuente: Catálogo de pistones

### 3.10. SELECCIÓN DE MATERIALES

- Tolva

El material seleccionado para la tolva es el acero AISI 1080, la selección se debe al gran esfuerzo de fluencia y sus propiedades mecánicas, en el Anexo # se menciona la ficha técnica del material. Las planchas tendrán un espesor de 6mm.

Figura 35: Planchas de acero AISI 1080.

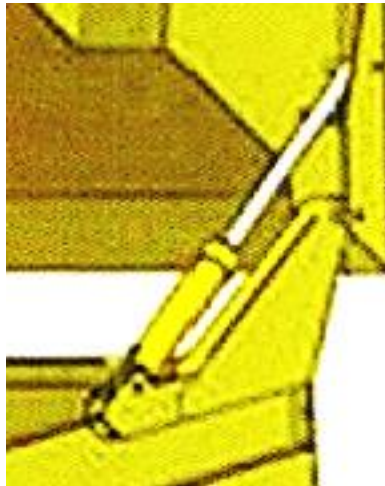


Fuente: Catálogo de Aceros

- Pistón Hidráulico

El pistón hidráulico seleccionado para el presente trabajo de investigación se aplicará de tipo simple efecto, debido a que solo ejerce una sola acción y reacción de cargas estática. Con una carrera de 700mm, siendo el modelo 635/7 con un peso de 11.7 Kg.

*Figura 36: Pistón Hidráulico.*

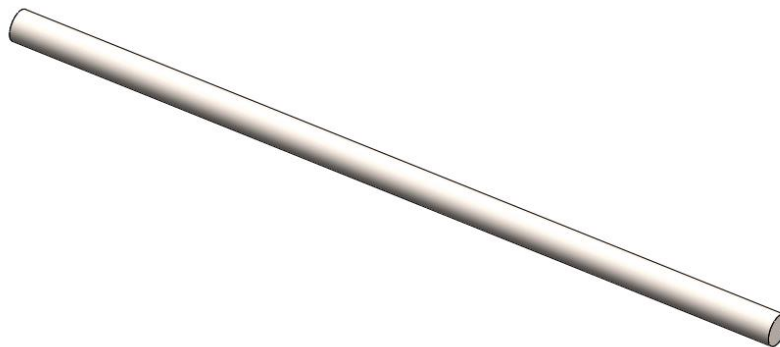


*Fuente: Catálogo de pistones.*

- Eje principal

El material seleccionado para el eje principal es el acero inoxidable ASTM A36, la elección se debe a la gran resistencia que posee el material y sus propiedades mecánicas, en el Anexo # se menciona la ficha técnica del material. El eje tendrá una longitud total de 1.80 m y diámetro de 80 mm.

*Figura 37: Eje principal de acero ASTM A36.*



*Fuente: Catálogo de Aceros*

- **Motorreductor**

El motorreductor seleccionado es de tipo cónico helicoidal, modelo K.88-LA132MA de la marca Siemens de 2.6 kW con 130 RPM de salida. En el Anexo # se presenta la ficha técnica del equipo.

*Figura 38: Motorreductor.*






Fuente: Siemens, 2008

- **Sistemas de protección del motorreductor**

Es necesario que el motorreductor tenga un sistema que lo proteja para así evitar algún deterioro en el equipo o accidente de trabajo a continuación, se detalla el sistema de protección eléctrica del motor:

*Figura 39: Equipos de protección eléctrica del Motorreductor.*

EQUIPO		REFERENCIA
Interruptor Termomagnético Schneider 18 <sup>a</sup>		
Relé térmico	General Electric 18 <sup>a</sup>	
Cable 14 AWG		

Fuente: Autoría propia.

- **Chumaceras**

Las cargas que más soporte el eje principal, son las que están perpendiculares a su plano de rotación, es decir cargas radiales, frente a esto se selecciona rodamientos de bolas que estarán colocadas dentro del cuerpo de la

chumacera. Las chumaceras serán de tipo P (tipo puente) colocadas en la estructura general de soporte. La chumacera es de la marca NTN corporation, la del tipo P con designación UCP210D1, en el Anexo # se muestra su ficha técnica.

*Figura 40: Chumacera Tipo P*



Fuente: SKF, 2019

- Paletas de remoción

Debido a que las paletas están en constante choque con las piedras, el material seleccionado debe resistir el desgaste abrasivo y el impacto. Para esto se selecciona un acero con alta dureza y resistencia de fluencia que según el cálculo es el siguiente: ACERO AISI 1080.

Tendrán un largo de 40cm, espesor de 1.5cm y un ancho de 6cm.

*Figura 41: Plancha de acero AISI 1080*



Fuente: aceros Arequipa 2018

### **3.11. DISEÑO Y SISTEMAS ELECTROMECAÓNICOS**

Para el diseo de cada elemento y sistema de la máquina despedregadora se empleó el software CAD, SolidWorks.

#### **a. REALIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA MÁQUINA DESPEDREGADORA DE 1 TM UTILIZANDO EL TIR Y VAN**

Para el análisis económico del diseño de la máquina despedregadora se emplea métodos estadísticos financieros como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Empleando tablas se detalla la inversión total de todo el sistema, cobros indirectos, flujo de caja, entre otros.

#### **b. INVERSIÓN INICIAL**

##### **3.11.1. COSTOS DIRECTOS**

En este apartado intervienen los precios de cada accesorio, elemento y parte que compone la máquina fermentadora de cacao.

Tabla 10: Costos directos de inversión

Elementos	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
<b>MÁQUINA DESPEDREGADORA</b>			
<b>Motorreductor Siemens 7.5 kW</b>	1	S/8000	S/8000
<b>Chumaceras tipo puente (P) con rodamiento de bolas de 80 mm</b>	2	S/230	S/460
<b>Eje de 80 mm AISI 316L de 1.8 m</b>	1	S/350	S/350
Bisagras	2	S/16	S/32
Pistones hidráulicos	2	S/210	S/420
Tornillo cabeza cuadrada de 20 mm	30	S/0.9	S/27
<b>Planchas de acero AISI 1080 de 6mm de espesor</b>	3	420	1260
<b>Platina de acero AISI 1080 de 15mm de espesor</b>	1	170	170
<b>EQUIPOS ELÉCTRICOS DE PROTECCIÓN</b>			
Interruptor termomagnético Schneider 20 <sup>a</sup>	1	S/130	S/130
Relé térmico de 16 A General Electric	1	S/210	S/210
Cable 14 AWG	1 rollo	S/85	S/85
<b>ACCESORIOS Y OTROS</b>			
Soldadura punto azul 6011 1/8"	10 kg	S/12,6	S/126
Herramientas		S/200	S/200
Pintura		S/150	S/150
Montaje		S/800	S/800
<b>TOTAL</b>			<b>S/12 420</b>

Fuente: Autoría Propia

### 3.11.2. COSTOS INDIRECTOS

En este apartado intervienen los precios y gastos asociados a la mano de obra, insumos, compra de energía, etc., que participan de forma indirecta para la realización del proyecto, tanto diseño como una construcción.



Tabla 11: Costos indirectos del proyecto

Elementos	Cantidad	Precio Unitario	Precio total
<b>MANO DE OBRA</b>			
Diseño e Ingeniería			S/1000
Construcción			S/2500
<b>RUBROS OPERACIONALES</b>			
Agua			S/20
Energía eléctrica			S/30
Teléfono/Celular			S/20
Transporte			S/40
Internet			S/20
<b>TOTAL</b>			<b>S/3 630</b>

Fuente: Autoría Propia

Tabla 12: Costo total de inversión

<b>INVERSIÓN</b>	
Costos directos	S/ 12 420
Costos Indirectos	S/ 3630
Total	S/ 16 050

Fuente: Autoría Propia

### 3.12. FLUJO DE CAJA

En la presente investigación, se grafica un beneficio neto de flujo de manera anual, en donde también intervendrán gastos operacionales en el mismo periodo.

#### 3.12.1. INGRESOS MENSUALES Y ANUALES

Los ingresos que se tendrán con la operación de una máquina despedregadora están asociados con la mano de obra. El sistema de recojo de la máquina genera el trabajo, cada 7 días solo se tendrá que retirar las piedras que quedaran atrapadas en las uñas del cucharón.

El propietario de la maquina podría generar ingresos a partir del alquiler de la misma, ganando unos 2 000 soles al mes, teniendo un ingreso anual de 24 000 soles.

### 3.12.2. EGRESOS MENSUALES Y ANUALES

Los egresos son gastos necesarios que garantizan el óptimo funcionamiento de la máquina y la operación de esta. Se explica de esta manera ya que normalmente estos tipos de máquinas requieren de un mantenimiento preventivo o correctivo.

DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad diaria	Precio unitario (S/.)	Precio mensual (S/.)	Precio anual (S/.)
<b>Costo de mano de obra</b>					
Personas	-	1	-	1100	13200
<b>Mantenimiento</b>					
Costo promedio	-	-	-	420	5040
<b>Lubricante</b>					
Aceite	gl	-	62.5	62.5	750
<b>TOTAL</b>					18990

*Tabla 13: Egresos mensuales y anuales*

Fuente: Autoría propia

### 3.12.3. VALOR NETO ACTUAL

El Valor Actual Neto es el índice que indica la buena proyección financiera del proyecto. Si el VAN es mayor que el dígito 0, entonces el ingreso durante un periodo determinado será mayor a la inversión que se generó al inicio más los costos de operación en el mismo tiempo.

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{Ft}{(1+r)^t} - I$$

Donde:

Ft: Beneficio neto de flujo anual

I: Inversión inicial

r: Tasa de descuento (12%) = 0.12

t: Tiempo (años)

n: Número de años

Para el presente proyecto se tomará un periodo de 5 años.

#### **3.12.4. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)**

Actualmente un Banco Crediticio paga una tasa de interés del 12% en el Perú, para que un proyecto sea rentable es necesario que el TIR sea mayor que dicho porcentaje.

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{Ft}{(1 + TIR)^t} - I = 0$$

Tabla 14: Tasa interna de retorno

	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Inversión Inicial	-16050					
Gastos en Reemplazos						
Gastos en operación, mantenimiento u otros		-18500	-18500	-18500	-18500	-18500
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>-16050</b>	<b>-18500</b>	<b>-18500</b>	<b>-18500</b>	<b>-18500</b>	<b>-18500</b>
Ingresos por ahorro de personal		24000	24000	24000	24000	24000
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>		<b>24000</b>	<b>24000</b>	<b>24000</b>	<b>24000</b>	<b>24000</b>
<b>BENEFICIOS NETOS</b>	<b>-16050</b>	<b>5500</b>	<b>5500</b>	<b>5500</b>	<b>5500</b>	<b>5500</b>

**VAN** 3776.27

**TIR** 21%

Fuente: Autoría propia

#### IV. DISCUSIÓN

La máquina diseñada es más accesible económicamente a comparación de las maquinas en el mercado Nacional e Internacional.

Los cálculos realizados teóricamente en comparación con la simulación del software nos arrojan un porcentaje de error del 2%, esto quiere decir que nuestro diseño está apto para su trabajo diseñado dándonos una alta eficiencia.

La tolva diseñada por el presente trabajo está mejor diseñada, ya que respetamos los espacios vacíos que pueda haber entre las piedras de máximo tamaño, evitando así el atoramiento que se puede producir al momento que las piedras ingresan.

Se hizo un cálculo de resistencia estático empleando un espesor de 5 mm, pero con el cálculo se corrobora que el factor de seguridad era bajo, así que se reemplazó por el espesor de 6mm dándonos un mayor factor de seguridad.

El rendimiento horario de la maquina diseñada ( $36.37 \text{ m}^3/\text{hr}$ ) está por encima de las demás maquinas en venta el mercado nacional, ya que optimizamos recursos y procesos mecánicos al momento de diseñar y construir la máquina.

## V. CONCLUSIONES

- Con la visita que se llevó a cabo en el campo agrícola **Fundo San Benito Y Hermanos Maza En El Centro Poblado Tongorrape** se puede corroborar el problema de las piedras en la agricultura, estas piedras son denominadas piedras calizas con un diámetro mayor de 6cm hasta con diámetro menor de 20 cm. Este terreno es virgen ya que nunca se ha sembrado y seria de muy buena producción después del recojo de piedras para su siembra posteriormente.
- Con la metodología de investigación empleada se pudo identificar y seleccionar los elementos y sistemas que compondrán la maquina como: la tolva, el eje, las paletas de recojo, las chumaceras, pistón hidráulico, motorreductor y sistema de protección eléctricos.
- Para el cálculo y diseño de cada elemento y parte critica de la maquina se utilizó algunos libros de ingeniería como: Diseño de elementos de máquina, Resistencia de materiales, Estática y Dinámica con los cuales se puso corroborar el diámetro del eje que resulto ser 8cm, el espesor de la paleta de 15mm, el espesor de las planchas de tolva que resulto ser 6mm. Todos los cálculos hallados teóricamente se corroboraron y comprobaron con un sistema de simulación Soliworks el cual brindo un error de 2%.
- El TIR de 21% confirma la factibilidad del proyecto. La despedregadora posee una inversión que puede ser recuperada sin ningún problema al tercer año de operación.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda que si se desea replicar el diseño de maquina despedregadora se tome en cuenta las dimensiones y materiales seleccionados, ya que por lo contrario esto puede causar un desperfecto al sistema electromecánico, afectando los mecanismos de almacenamiento y recojo de la máquina.

Es recomendable que para cada cálculo o dimensión hallada se genere un estudio de análisis en ingeniería para verificar que el diseño este bien ejecutado y evitar una mala inversión.

Es recomendable que cada mecanismo que realice una movilización o rotación use productos de lubricación ya sea aceite o grasa, evitando desgaste o posteriores fallas críticas a la maquina en su totalidad.

Se sugiere que las paletas se les aplique una metodología hardfarcing, empleando electrodos adecuados con resistencia al desgaste abrasivo e impacto.

## REFERENCIAS

- Astier, M., Argueta, Q., & Orozco-Ramirez, Q. (2017). LA AGROECOLOGÍA EN MÉXICO ENTRE EL SIGLO XX Y XXI.
- Baena Paz, G. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico DF: Grupo Editorial Patria.
- Baena Paz, G. (2017). *Metodología de la Investigación*. Cd. de México: Grupo Editorial Patria, S.A. de C.V.
- Bardales Guadarrama, R., Bardales Guadarrama, V., Rodríguez Rodríguez, M., & Vásquez Zerón, E. R. (2014). *Circuitos Eléctricos - Teoría y Práctica*. Mexico D.F.: Grupo Editorial Patria S.A.
- Becerra Silva, M. A. (2017). *DISEÑO DE UNA MÁQUINA DESPEDREGADORA PARA CAMPOS AGRICOLAS EN CHEPITA, SEXTA REGIÓN DE CHILE*. Talca.
- Budynas, R., Nisbett, J., & Ríos Sánchez, M. Á. (2008). *DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA DE SHIGLEY* (Octava ed.). D.F., Mexico: McGraw-Hill.
- Cruz del Castillo, C., Olivares Orozco, S., & Gonzáles García, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico DF: Grupo Editorial Patria.
- Elverdin, P., Piñeiro, V., & Robles, M. (2018). *LA MECANIZACIÓN AGRICOLA EN AMÉRICA LATINA*. Bueno Aires - Argentina: International Food Policy Research Institute.
- García Melo, J. I. (2004). *Fundamentos del Diseño Mecánico*. Santiago de Cali: Universidad del Valle - Programa Editorial.
- Gere, J. M. (2009). *Resistencia de Materiales*. Madrid - España: Paraninfo S.A.
- Gomez Bastar, S. (2012). *Metodología de la Investigación*. Estado de México.: RED TERCER MILENIO S.C.
- Guerrero Pino, G., & Duque Martínez, L. M. (2015). *Filosofía de la Ciencia*. Santiago de Cali - Colombia: Universidad del Valle - Programa Editorial.
- Guerrero Sedeño, J., & Candelo Becerra, J. (2011). *Análisis de Circuitos eléctricos estado estable*. Barranquilla: Editorial Universidad del Norte.
- Hagen, K. (2009). *Introducción a la Ingeniería*. Mexico D.F.: PEARSON.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2010). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Hibbeler, R. C. (2010). *Estática*. Mexico D.F.: PEARSON EDUCACIÓN.



- López Aguilar, K. (2011). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE DESGASTE PARA EL BANCO DE PRUEBAS DE DISCOS DE ARADO*. Saltillo, Coahuila - Mexico: Universidad Autonoma Agraria "Antonio Narro".
- López Sandin, I., Queipo Jorrín, O., & Herrero Bello, F. S. (30 de Agosto de 2018). EVALUACIÓN DE LOS ÍNDICES TÉCNICOS-EXPLORATIVOS Y ENERGÉTICOS DE LAS COSECHADORAS DE CAÑA DE AZÚCAR CASE IH A 8800. *Universidad&Ciencia* , 7(3), 26-37. Obtenido de <http://revistas.unica.cu/uciencia>
- Medina Encalada, J. P. (2015). *DISEÑO DE UN MOTOULTOR DE LABORES AGRÍCOLAS PARA LA PARROQUIA DE SAN JUAQUIN DE LA CIUDAD DE CUENCA*. Cuenca - Ecuador: Universidad Politecnica Salesiana.
- Medina Encalada, J. P. (2015). *DISEÑO DE UN MOTOCULTOR DE LABORES AGRÍCOLAS PARA LA PARROQUIA DE SAN JUANQUÍN EN LA CIUDAD DE CUENCA*. Cuenca - Ecuador: Universidad Politecnica Salesiana - Sede Cuenca.
- Mott, R. L. (2006). *Diseño de Elementos de Máquinas*. México D.F.: PEARSON EDUCACIÓN.
- Norton, R. L. (2009). *Diseño de Maquinaria*. México D.F.: Mc Graw Hill / INTERAMERICANA EDITORES.
- Pastor Gutierrez, A., Ortega Jiménez, J., Parra Prieto, V. M., & Pérez Coyto, A. (2014). *Circuitos Eléctricos*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Pérez, R. E. (1997). *Dibujo Técnico y geométrico*. Mexico D.F.: McGRAW-HILL Interamericana Editores S.A.
- Rodriguez Delgado, S. C., & Orbegoso Navarro, L. A. (2018). *DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y MECANIZACIÓN EN PERÚ*. Lima - Perú: Tzhoeoen.
- Web, R., & Fernandez, G. (2017). *COMPENDIO ESTADÍSTICO: EL PERÚ EN NÚMEROS*. Lima - Perú.

## ANEXOS

### TABLA DE DENSIDADES DE DIFERENTES MATERIALES

<b>Materiales</b>	<b>Densidad, t/m<sup>3</sup></b>
Arena fina y seca (1.4 a 1.65 t/m <sup>3</sup> )	1.5
Arena fina y húmeda (1.9 a 2.05 t/m <sup>3</sup> )	1.99
Arena gruesa (1.4 a 1.5 t/m <sup>3</sup> )	1.45
Arenisca natural (2.4 a 2.7 t/m <sup>3</sup> )	2.65
Arenisca artificial (2.7 a 3.2 t/m <sup>3</sup> )	2.8
Asfalto (1.5 t/m <sup>3</sup> )	1.5
Asfalto apisonado (2.3 t/m <sup>3</sup> )	2.3
Asfalto en placas (2.0 t/m <sup>3</sup> )	2
Asfalto fundido (1.4 t/m <sup>3</sup> )	1.4
Basalto (2.7 a 3.2 t/m <sup>3</sup> )	2.89
Caliza (2.86 a 2.84 t/m <sup>3</sup> )	2.85
Cal viva ( en terron) (0.9 a 1.3 t/m <sup>3</sup> )	1.1
Cal apagada (1.15 a 1.25 t/m <sup>3</sup> )	1.2
Cal mortero en pasta (1.75 a 1.80 t/m <sup>3</sup> )	1.78
Cal mortero fraguado (1.6 a 1.65 t/m <sup>3</sup> )	1.62
Cal de córdoba en pasta (1.3 t/m <sup>3</sup> )	1.3
Cal hidráulica apagada en polvo (1.8 t/m <sup>3</sup> )	1.8
Cal hidráulica viva en polvo (1.15 t/m <sup>3</sup> )	1.15
Canto rodado (1.8 t/m <sup>3</sup> )	1.8
Cemento en polvo (1.5 t/m <sup>3</sup> )	1.5
Cemento fraguado (3.0 t/m <sup>3</sup> )	3
Caolín (2.2 t/m <sup>3</sup> )	2.2
Creta (1.8 a 2.7 t/m <sup>3</sup> )	2.25
Cuarzo (2.5 a 2.8 t/m <sup>3</sup> )	2.7
Escombros (1.4 t/m <sup>3</sup> )	1.4
Gabro (2.9 a 3.0 t/m <sup>3</sup> )	2.95
Gneis (2.4 a 2.7 t/m <sup>3</sup> )	2.6
Granate (3.4 a 4.3 t/m <sup>3</sup> )	4.3
Granito (2.5 a 2.7 t/m <sup>3</sup> )	2.7
Grava cantos vivos (1.8 t/m <sup>3</sup> )	1.8
Gravilla quijo (1.8 a 2.0 t/m <sup>3</sup> )	2
Gravilla de río seca (2.3 a 2.7 t/m <sup>3</sup> )	2.7
Gravilla de río húmeda (2.5 a 2.85 t/m <sup>3</sup> )	2.85
Hormigón (1.8 a 2.45 t/m <sup>3</sup> )	2.45
Hormigón armado (2.4 t/m <sup>3</sup> )	2.4
Hormigón de cascotes de ladrillo (1.8 t/m <sup>3</sup> )	1.8
Hormigón de escorias de alto horno (2.4 t/m <sup>3</sup> )	2.4
Hormigón de grava (2.3 t/m <sup>3</sup> )	2.3
Hornablenda (2.9 a 3.3 t/m <sup>3</sup> )	3
Ladrillos comunes (1.6 t/m <sup>3</sup> )	1.6
Ladrillos de corcho blanco (0.25 t/m <sup>3</sup> )	0.25
Ladrillos de corcho negro (0.56 t/m <sup>3</sup> )	0.56

Ladrillo de máquina (1.58 t/m <sup>3</sup> )	1.58
Ladrillo de maquina prensado (1.64 t/m <sup>3</sup> )	1.64
Ladrillo refractario (2 a 2.15 t/m <sup>3</sup> )	2
Ladrillo de toba (0.8 a 0.9 t/m <sup>3</sup> )	0.9
Ladrillo de cal y arena (1.89 a 1.92 t/m <sup>3</sup> )	1.92
Ladrillo hueco (uno) (1 a 1.2 t/m <sup>3</sup> )	1.2
Lava basáltica (2.8 a 3.0 t/m <sup>3</sup> )	3
Lava traquítica (2 a 2.7 t/m <sup>3</sup> )	2.7
Marga (2.2 a 2.5 t/m <sup>3</sup> )	2.5
Mármol (2.85 t/m <sup>3</sup> )	2.85
Mármol ordinario (2.5 a 2.8 t/m <sup>3</sup> )	2.8
Mármol de carrara (2.72 t/m <sup>3</sup> )	2.72
Maláfido (2.6 t/m <sup>3</sup> )	2.6
Mortero de cal y arena (1.63 t/m <sup>3</sup> )	1.63
Mortero de cemento y arena (1.8 a 2.1 t/m <sup>3</sup> )	2
Mortero de cemento. cal y arena (1.63 a 1.9 t/m <sup>3</sup> )	1.9
Muros de granito (2.7 a 2.8 t/m <sup>3</sup> )	2.8
Muros de ladrillo común (1.6 a 1.7 t/m <sup>3</sup> )	1.7
Muros de corcho (0.6 t/m <sup>3</sup> )	0.6
Muros de ladrillo de máquina (1.7 a 1.8 t/m <sup>3</sup> )	1.8
Muros de ladrillos huecos (1.1 a 1.3 t/m <sup>3</sup> )	1.2
Muros de ladrillos porosos (1 a 1.1 t/m <sup>3</sup> )	1.1
Muros de ladrillos vitrificados (1.8 a 1.9 t/m <sup>3</sup> )	1.85
Muros de piedras (2.25 a 2.45 t/m <sup>3</sup> )	2.3
Muros de piedras brutas (2.1 a 2.5 t/m <sup>3</sup> )	2.3
Muros de granito sin mortero (1.8 a 2 t/m <sup>3</sup> )	1.9
Pedernal (2.6 a 2.8 t/m <sup>3</sup> )	2.7
Piedra molida (1.25 a 1.6 t/m <sup>3</sup> )	1.35
Piedra pómez natural (0.9 a 1.6 t/m <sup>3</sup> )	0.99
Pizarra (2.65 a 2.7 t/m <sup>3</sup> )	2.68
Pizarra arcillosa (2.76 a 2.78 t/m <sup>3</sup> )	2.74
Pórfido (2.6 a 2.9 t/m <sup>3</sup> )	2.8
Serpentina (2.6 a 2.7 t/m <sup>3</sup> )	2.78
Sienita (2.6 a 2.8 t/m <sup>3</sup> )	2.7
Tierras (Arcilla) (1.8 a 2.6 t/m <sup>3</sup> )	1.98
Tierras (legamo seco) (1.5 a 1.6 t/m <sup>3</sup> )	1.55
Tierras (grasa húmeda) (2 t/m <sup>3</sup> )	2
Tierras (apisonada seca) (1.6 a 1.9 t/m <sup>3</sup> )	1.8
Tierras (silíceas) (2.66 t/m <sup>3</sup> )	2.66
Traquita (2.6 a 2.8 t/m <sup>3</sup> )	2.75
Tress molido (0.95 t/m <sup>3</sup> )	0.95
Yeso cocido (2.3 t/m <sup>3</sup> )	2.3
Yeso tamizado (1.25 t/m <sup>3</sup> )	1.25
Yeso vaciado en seco (0.97 t/m <sup>3</sup> )	0.97

## TABLA DE ANGULO DE REPOSO DE DIFERENTES MATERIALES

MATERIAL	ANGULO DE REPOSO	ANGULO DE REPOSO (GRADOS)
Bauxita	1.0 : 1	45
Arcilla seca	2.0 : 1	27
Arcilla ligera	2.0 : 1	27
Arcilla mojada	1.0 : 1	45
Carbón, antracita	1.2 : 1	40
Carbón, bituminosa	1.2 : 1	40
Mineral de cobre	1.0 : 1	45
Tierra seca	2.0 : 1	27
Tierra húmeda	1.0 : 1	45
Tierra mojada	2.0 : 1	27
Grava seca	2.0 : 1	27
Grava mojada	2.0 : 1	27
Granito	1.0 : 1	45
Mineral de hierro, hematita	1.0 : 1	45
Piedra caliza, destrozada	2.0 : 1	27
Roca y piedra, triturada	2.0 : 1	27
Arena seca	3.0 : 1	18
Arena mojada	2.0 : 1	27
Roca blanda	1.0 : 1	45
Pizarra	1.0 : 1	45

## PROPIEDADES DEL ACERO AISI 1080

Acero 1080

Objetivo general: Explicar la utilidad del acero SAE 1080, dar a conocer su composición y usos.

Este material se clasifica como un acero al carbono de alta resistencia para temple, y su composición se muestra a continuación.

Tabla 1. Composición química del acero 1080<sup>[1]</sup>

Material SAE	C %	Mn %	Si %	S%	P%	Cr%	Ni%	Mo%
1080	0.75-0.88	0.60-0.90	0.10-0.30	0.05 max	0.040 Max	****	****	****

Tabla 2. Equivalencias del acero SEA 1080

SAE	DIN	UNI	ANFOR	BS	AISI	ASTM
1080	Ck 80	****	XC 80	****	1080	1080

Los tratamientos térmicos para este acero son los siguientes:

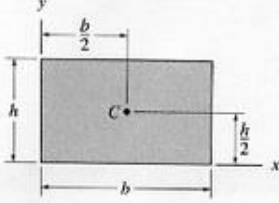
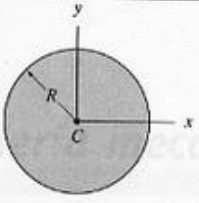
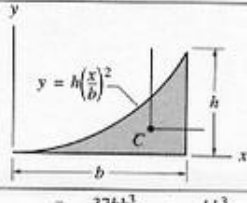
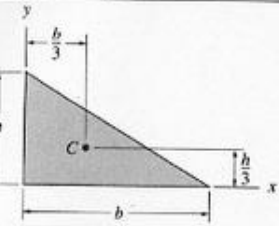
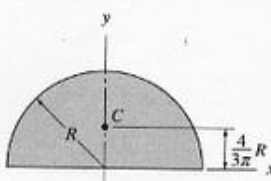
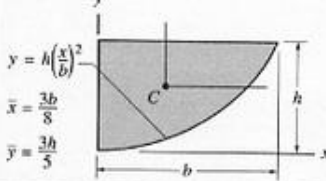
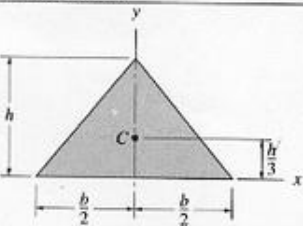
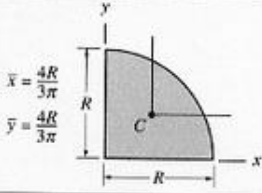
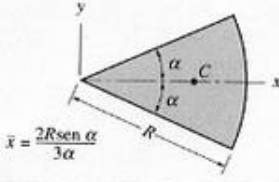
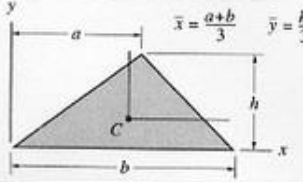
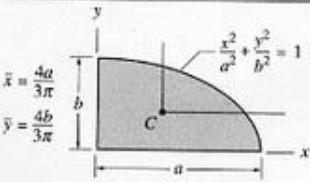
Tabla 3. Tratamiento: Temperatura (°C) y medios de enfriamiento.

Forja	Normalizado	Recocido Hipertrítico	Recocido Subtrítico	Templado	Enfriado	Revenido
1000-1190	815-840	790-840	540-710	800-850	Aceite	Según características requeridas

Tabla 4. Características mecánicas (valores orientativos).

Tratamiento	Rp 0.2	Rm	Dureza	A	Z
	Mpa	Mpa	HB	%	%
Laminado en caliente	530-610	950-1100	284-331	8-15	20-40
Normalizado a 840°C	530-610	950-1100	284-331	10-17	20-35
Recocido de globulización	340-400	570-670	171-200	17-26	45-65
Globulización y estirado en frío (15% de reducción)	670-760	750-850	226-252	12-22	40-60
Alambre estado patentado al Pb, Φ 6 a 8 mm		1300			

### Área momento de inercia

<b>Rectángulo</b>  $\bar{I}_x = \frac{bh^3}{12} \quad \bar{I}_y = \frac{b^3h}{12} \quad \bar{I}_{xy} = 0$ $I_x = \frac{bh^3}{3} \quad I_y = \frac{b^3h}{3} \quad I_{xy} = \frac{b^2h^2}{4}$	<b>Círculo</b>  $I_x = I_y = \frac{\pi R^4}{4} \quad I_{xy} = 0$	<b>Medio parabólica complementaria</b>  $\bar{I}_x = \frac{37bh^3}{2100} \quad I_x = \frac{bh^3}{21}$ $\bar{I}_y = \frac{b^3h}{80} \quad I_y = \frac{b^3h}{5}$ $\bar{I}_{xy} = \frac{b^2h^2}{120} \quad I_{xy} = \frac{b^2h^2}{12}$
<b>Triángulo rectángulo</b>  $\bar{I}_x = \frac{bh^3}{36} \quad \bar{I}_y = \frac{b^3h}{36} \quad \bar{I}_{xy} = -\frac{b^2h^2}{72}$ $I_x = \frac{bh^3}{12} \quad I_y = \frac{b^3h}{12} \quad I_{xy} = \frac{b^2h^2}{24}$	<b>Semicírculo</b>  $\bar{I}_x = 0.1098R^4 \quad \bar{I}_{xy} = 0$ $I_x = I_y = \frac{\pi R^4}{8} \quad I_{xy} = 0$	<b>Medio parábola</b>  $\bar{I}_x = \frac{8bh^3}{175} \quad I_x = \frac{2bh^3}{7}$ $\bar{I}_y = \frac{19b^3h}{480} \quad I_y = \frac{2b^3h}{15}$ $\bar{I}_{xy} = \frac{b^2h^2}{60} \quad I_{xy} = \frac{b^2h^2}{6}$
<b>Triángulo isósceles</b>  $\bar{I}_x = \frac{bh^3}{36} \quad \bar{I}_y = \frac{b^3h}{48} \quad \bar{I}_{xy} = 0$ $I_x = \frac{bh^3}{12} \quad I_{xy} = 0$	<b>Cuarto de círculo</b>  $\bar{I}_x = \bar{I}_y = 0.05488R^4 \quad I_x = I_y = \frac{\pi R^4}{16}$ $\bar{I}_{xy} = -0.01647R^4 \quad I_{xy} = \frac{R^4}{8}$	<b>Sector circular</b>  $I_x = \frac{R^4}{8}(2\alpha - \sin 2\alpha)$ $I_y = \frac{R^4}{8}(2\alpha + \sin 2\alpha)$ $I_{xy} = 0$
<b>Triángulo</b>  $\bar{I}_x = \frac{bh^3}{36} \quad I_x = \frac{bh^3}{12}$ $\bar{I}_y = \frac{bh}{36}(a^2 - ab + b^2) \quad I_y = \frac{bh}{12}(a^2 + ab + b^2)$ $\bar{I}_{xy} = \frac{bh^2}{72}(2a - b) \quad I_{xy} = \frac{bh^2}{24}(2a + b)$	<b>Cuarto de elipse</b>  $\bar{I}_x = 0.05488ab^3 \quad I_x = \frac{\pi ab^3}{16}$ $\bar{I}_y = 0.05488a^3b \quad I_y = \frac{\pi a^3b}{16}$ $\bar{I}_{xy} = -0.01647a^2b^2 \quad I_{xy} = \frac{a^2b^2}{8}$	

## Acero Carbono ASTM A36



### PLANCHAS DE ACERO CARBONO

#### ASTM A36



**Estado de Suministro:** Laminado

**Tolerancia:** ASTM A6

#### Características

Acero estructural de buena soldabilidad, adecuado para la fabricación de vigas soldadas para edificios, estructuras remachadas, y atornilladas, bases de columnas, piezas para puentes y depósitos de combustibles.

#### Aplicaciones

Construcción de puentes, estanques, estructuras para industrias, edificios, torres y aplicaciones estructurales en general.

#### Propiedades Mecánicas

Esfuerzo Fluencia		Esfuerzo Tracción		Elongación
(Kg / mm <sup>2</sup> )	MPa	(Kg / mm <sup>2</sup> )	MPa	%
25,5 (mín.)	250 (mín.)	40,8 (mín.)	400 (mín.)	20 (mín.)

#### Composición Química (Valores típicos)

% C	% Mn	% Si	% P	% S
≤ 0,26	0,80 - 1,20	≤ 0,40	≤ 0,04	≤ 0,05

#### Mínimo Radio Interior de Plegado en Frío (\*\*)

Espesor E (mm.)		
Hasta 20 mm. (incl.)	Sobre 20 mm. hasta 25 mm. (incl.)	Sobre 25 mm. hasta 50 mm. (incl.)
1,5 X E	1,5 X E	1,5 X E

(\*\*) Los parámetros de plegado indicados son perpendiculares al sentido de laminación de la placa.



Los valores de las tablas son referenciales.

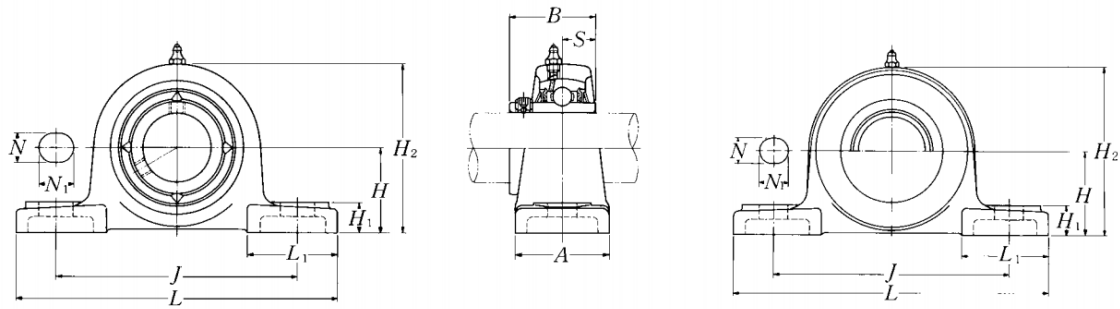
**Santiago:** Fray Camilo N° 781, Santiago. T: (02) 889 6000. -Av. 10 de Julio N° 202, Santiago. T: (02) 889 6140. -Panamericana Norte N° 6080, Quilicura. T: (02) 889 6080. -Traslavía N° 1516, San Miguel. T: (02) 889 6170.  
**Antofagasta:** Av. Pedro Aguirre Cerda N° 7277. T: (55) 682 500. **Vina del Mar:** Quilota N° 636. T: (32) 269 8823. **Concepción:** Paicavi N° 2677. T: (41) 226 2700. **Puerto Mont:** Ruta 5 Sur N° 552, Camino Pargua. T: (65) 493 300.

# MOTORREDUCTOR CÓNICO HELICOIDAL, MODELO K.88-LA132MA

Potencia $P_{\text{motor}}$ kW	Velocidad de salida		Par de salida $T_2$ Nm	Factor de servicio $f_s$	Índice de reducción $i_{\text{tot}}$	Referencia	Código	Peso <sup>*)</sup>
	$n_2$ (50 Hz) $\text{min}^{-1}$	$n_2$ (60 Hz) $\text{min}^{-1}$					(n.º polos)	kg
7,5 (50 Hz) 9,0 (60 Hz)	K.108-LA132M4							
	24	29	3 014	1,0	61,22 ★	2KJ1506 - ■HH13 - ■■R1		171
	28	34	2 564	1,2	52,08	2KJ1506 - ■HH13 - ■■Q1		171
	33	40	2 188	1,4	44,44 ★	2KJ1506 - ■HH13 - ■■P1		171
	40	48	1 794	1,6	36,44 ★	2KJ1506 - ■HH13 - ■■N1		171
	43	52	1 667	1,8	33,87 ★	2KJ1506 - ■HH13 - ■■M1		171
	47	56	1 538	2,0	31,25	2KJ1506 - ■HH13 - ■■L1		171
	55	66	1 304	2,2	26,48	2KJ1506 - ■HH13 - ■■K1		171
	63	76	1 136	2,4	23,08 ★	2KJ1506 - ■HH13 - ■■J1		171
	74	89	966	2,7	19,63	2KJ1506 - ■HH13 - ■■G1		171
	87	104	825	3,0	16,75 ★	2KJ1506 - ■HH13 - ■■F1		171
	106	127	676	3,5	13,74 ★	2KJ1506 - ■HH13 - ■■E1		171
	113	136	635	3,1	12,90 ★	2KJ1506 - ■HH13 - ■■D1		171
	133	160	540	3,4	10,97	2KJ1506 - ■HH13 - ■■C1		171
	155	186	461	3,8	9,36 ★	2KJ1506 - ■HH13 - ■■B1		171
	K.88-LA132M4							
	35	42	2 043	0,81	41,50	2KJ1505 - ■HH13 - ■■Q1		117
	42	50	1 693	0,97	34,40 ★	2KJ1505 - ■HH13 - ■■P1		117
	47	56	1 520	1,1	30,87 ★	2KJ1505 - ■HH13 - ■■N1		117
	51	61	1 403	1,2	28,50	2KJ1505 - ■HH13 - ■■M1		117
	57	68	1 257	1,3	25,53 ★	2KJ1505 - ■HH13 - ■■L1		117
	62	74	1 159	1,4	23,54	2KJ1505 - ■HH13 - ■■K1		117
	74	89	972	1,6	19,75	2KJ1505 - ■HH13 - ■■J1		117
	86	103	829	1,8	16,85 ★	2KJ1505 - ■HH13 - ■■H1		117
	104	125	691	2,1	14,04	2KJ1505 - ■HH13 - ■■G1		117
	125	150	573	2,3	11,64 ★	2KJ1505 - ■HH13 - ■■F1		117
	130	156	552	1,5	11,21	2KJ1505 - ■HH13 - ■■E1		117
	155	186	463	1,6	9,41	2KJ1505 - ■HH13 - ■■D1		117
	181	217	395	1,8	8,03 ★	2KJ1505 - ■HH13 - ■■C1		117
	217	260	329	2,1	6,69	2KJ1505 - ■HH13 - ■■B1		117
263	316	273	2,4	5,54 ★	2KJ1505 - ■HH13 - ■■A1		117	



# Anexo#: Rodamiento tipo P



Diámetro del eje mm pulg.	Número <sup>1)</sup> de la chumacera	Dimensiones nominales											Tamaño del perno mm pulg.	Número del rodamiento
		H	L	J	A	N	N <sub>1</sub>	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	L <sub>1</sub>	B	S		
50	UCP210D1	57.2	206	159	60	20	23	21	114	65	51.6	19	M16	UC210D1
1 <sup>13</sup> / <sub>16</sub>	UCP210-113D1													UC210-113D1
1 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	UCP210-114D1	2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	8 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	6 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	2 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	25 <sup>3</sup> / <sub>32</sub>	29 <sup>3</sup> / <sub>32</sub>	13 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2 <sup>9</sup> / <sub>16</sub>	2.0315	0.748	5 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	UC210-114D1
1 <sup>15</sup> / <sub>16</sub>	UCP210-115D1													UC210-115D1
2	UCP210-200D1													UC210-200D1
55	UCP211D1	63.5	219	171	60	20	23	23	126	65	55.6	22.2	M16	UC211D1
2	UCP211-200D1													UC211-200D1
2 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	UCP211-201D1	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	8 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	6 <sup>23</sup> / <sub>32</sub>	2 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	25 <sup>3</sup> / <sub>32</sub>	29 <sup>3</sup> / <sub>32</sub>	29 <sup>3</sup> / <sub>32</sub>	4 <sup>31</sup> / <sub>32</sub>	2 <sup>9</sup> / <sub>16</sub>	2.1890	0.874	5 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	UC211-201D1
2 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	UCP211-202D1													UC211-202D1
2 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>	UCP211-203D1													UC211-203D1
60	UCP212D1	69.8	241	184	70	20	23	25	138	70	65.1	25.4	M16	UC212D1
2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	UCP212-204D1													UC212-204D1
2 <sup>5</sup> / <sub>16</sub>	UCP212-205D1	2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	9 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	7 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	25 <sup>3</sup> / <sub>32</sub>	29 <sup>3</sup> / <sub>32</sub>	31 <sup>3</sup> / <sub>32</sub>	5 <sup>7</sup> / <sub>16</sub>	2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	2.5630	1.000	5 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	UC212-205D1
2 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	UCP212-206D1													UC212-206D1
2 <sup>7</sup> / <sub>16</sub>	UCP212-207D1													UC212-207D1
65	UCP213D1	76.2	265	203	70	25	28	27	151	77	65.1	25.4	M20	UC213D1
2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	UCP213-208D1	3	10 <sup>7</sup> / <sub>16</sub>	8	2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	31 <sup>3</sup> / <sub>32</sub>	1 <sup>3</sup> / <sub>32</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	5 <sup>15</sup> / <sub>16</sub>	3 <sup>1</sup> / <sub>32</sub>	2.5630	1.000	3 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	UC213-208D1
2 <sup>9</sup> / <sub>16</sub>	UCP213-209D1													UC213-209D1
70	UCP214D1	79.4	266	210	72	25	28	27	157	77	74.6	30.2	M20	UC214D1
2 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	UCP214-210D1													UC214-210D1
2 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	UCP214-211D1	3 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	10 <sup>15</sup> / <sub>32</sub>	8 <sup>9</sup> / <sub>32</sub>	2 <sup>27</sup> / <sub>32</sub>	31 <sup>3</sup> / <sub>32</sub>	1 <sup>3</sup> / <sub>32</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	6 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>	3 <sup>1</sup> / <sub>32</sub>	2.9370	1.189	3 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	UC214-211D1
2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	UCP214-212D1													UC214-212D1
75	UCP215D1	82.6	275	217	74	25	28	28	163	80	77.8	33.3	M20	UC215D1
2 <sup>13</sup> / <sub>16</sub>	UCP215-213D1													UC215-213D1
2 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	UCP215-214D1	3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	10 <sup>13</sup> / <sub>16</sub>	8 <sup>17</sup> / <sub>32</sub>	2 <sup>29</sup> / <sub>32</sub>	31 <sup>3</sup> / <sub>32</sub>	1 <sup>3</sup> / <sub>32</sub>	1 <sup>3</sup> / <sub>32</sub>	6 <sup>13</sup> / <sub>32</sub>	3 <sup>5</sup> / <sub>32</sub>	3.0630	1.311	3 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	UC215-214D1
2 <sup>15</sup> / <sub>16</sub>	UCP215-215D1													UC215-215D1
3	UCP215-300D1													UC215-300D1
80	UCP216D1	88.9	292	232	78	25	28	30	175	85	82.6	33.3	M20	UC216D1
3 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	UCP216-301D1													UC216-301D1
3 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	UCP216-302D1	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	9 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	3 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	31 <sup>3</sup> / <sub>32</sub>	1 <sup>3</sup> / <sub>32</sub>	1 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>	6 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	3 <sup>11</sup> / <sub>32</sub>	3.2520	1.311	3 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	UC216-302D1
3 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>	UCP216-303D1													UC216-303D1

Fuente: NTN corporation, 2019

Número <sup>1)</sup> del alojamiento	Número de la chumacera <sup>1)</sup> Tipo con guardapolvo de acero prensado	Número de la chumacera <sup>1)</sup> Tipo con guardapolvo de acero fundido	Dimensiones nominales				Peso de la chumacera		
			$t$ máx.	mm	pulg.		kg	lb	
				$A_4$	$H_3$	$A_5$		UCP	S(SM) C(CM)
P211D1	S(SM)-UCP211D1	C(CM)-UCP211D1	4	92	130	100	3.5	3.5	4.4
P211D1	S(SM)-UCP211-200D1	C(CM)-UCP211-200D1							
P211D1	S(SM)-UCP211-201D1	C(CM)-UCP211-201D1	$\frac{5}{32}$	$3\frac{5}{8}$	$5\frac{1}{8}$	$3\frac{15}{16}$	7.7	7.7	9.7
P211D1	S(SM)-UCP211-202D1	C(CM)-UCP211-202D1							
P211D1	S(SM)-UCP211-203D1	C(CM)-UCP211-203D1							
P212D1	S(SM)-UCP212D1	C(CM)-UCP212D1	4	102	143	115	4.7	5.0	6.0
P212D1	S(SM)-UCP212-204D1	C(CM)-UCP212-204D1							
P212D1	S(SM)-UCP212-205D1	C(CM)-UCP212-205D1	$\frac{5}{32}$	$4\frac{1}{32}$	$5\frac{5}{8}$	$4\frac{17}{32}$	10	11	13
P212D1	S(SM)-UCP212-206D1	C(CM)-UCP212-206D1							
P212D1	S(SM)-UCP212-207D1	C(CM)-UCP212-207D1							
P213D1	S(SM)-UCP213D1	C(CM)-UCP213D1	4	107	155	120	5.6	5.8	7.2
P213D1	S(SM)-UCP213-208D1	C(CM)-UCP213-208D1	$\frac{5}{32}$	$4\frac{7}{32}$	$6\frac{3}{32}$	$4\frac{23}{32}$	12	13	16
P213D1	S(SM)-UCP213-209D1	C(CM)-UCP213-209D1							
P214D1	—	C(CM)-UCP214D1	4	—	162	135	6.5	—	8.3
P214D1	—	C(CM)-UCP214-210D1							
P214D1	—	C(CM)-UCP214-211D1	$\frac{5}{32}$	—	$6\frac{3}{8}$	$5\frac{5}{16}$	14	—	18
P214D1	—	C(CM)-UCP214-212D1							
P215D1	—	C(CM)-UCP215D1	4	—	168	135	7.2	—	9.3
P215D1	—	C(CM)-UCP215-213D1							
P215D1	—	C(CM)-UCP215-214D1	$\frac{5}{32}$	—	$6\frac{5}{8}$	$5\frac{5}{16}$	16	—	21
P215D1	—	C(CM)-UCP215-215D1							
P215D1	—	C(CM)-UCP215-300D1							
P216D1	—	C(CM)-UCP216D1	4	—	181	145	8.7	—	11
P216D1	—	C(CM)-UCP216-301D1							
P216D1	—	C(CM)-UCP216-302D1	$\frac{5}{32}$	—	$7\frac{1}{8}$	$5\frac{23}{32}$	19	—	24
P216D1	—	C(CM)-UCP216-303D1							

Fuente: NTN corporation, 2019

# Cilindros estándar de simple efecto [Serie 600]

Single acting standard cylinders [Series 600] / Vérins standard simple effet [Série 600]

01

REF.	Ø A	Z Carrera Stroke Course	E	C/C'	D	G	H	J	O	P	L	M BSP	Vol. (l.)	Juego de juntas Seal kit Poche de joints	Peso (kg) Weight Poids
625/10	25	100	190	14/14	14,2	40	24	40				9,5	1/4	0,08	1,5
625/20		200	290											0,16	2,3
625/30		300	390											0,24	3
630/2	30	200	300	17,5/16	16,2	50	26	42			15	3/8		0,25	3,6
630/3		300	400											0,38	4,7
630/4		400	500											0,5	6
630/5		550	650											0,69	7,6
630/7		700	800											0,88	9,4
635/2	35	200	330	22/20	20,25	55	32	47			15	3/8		0,32	4,7
635/3		300	430											0,48	6,1
635/4		400	530											0,64	7,5
635/5		550	680											0,87	9,6
635/7		700	830											1,11	11,7
640/2	40	200	330	22/22	23	60	32	47			15	3/8		0,39	6
640/3		300	430											0,59	7,6
640/4		400	530											0,79	9,3
640/5		550	680											1,08	11,7
640/7		700	830											1,37	14,2
645/2	45	200	330	22/22	23	60	34	47	70	77	15	3/8		0,39	7
645/3		300	430											0,59	8,9
645/4		400	530											0,79	10,9
645/5		550	680											1,08	13,7
645/7		700	830											1,37	16,7
650/2	50	200	360	25/25	25,25	65	49	50	75	80	15	3/8		0,48	8,9
650/3		300	460											0,71	11,2
650/4		400	560											0,95	13,5
650/5		550	710											1,31	16,8
650/7		700	860											1,66	20,4
655/3	55	300	460	22/25	25,25	70	41	50	85	95	15	3/8		0,85	13,6
655/5		550	710											1,56	20,1
655/7		700	860											1,98	24,2
660/2	60	200	360	25/25	25,25	75	36	50	90	95	15	3/8		0,66	12,6
660/3		300	460											1	15,7
660/4		400	560											1,33	18,7
660/5		550	710											1,83	23,3
660/7		700	860											2,32	28,4
670/3	70	300	495	28/28	30,5	90	50	58	108	110	17	1/2		1,33	25,1
670/4		400	595											1,77	29,6
670/5		550	745											2,43	36,5
670/7		700	895											3,09	43,4

[8]

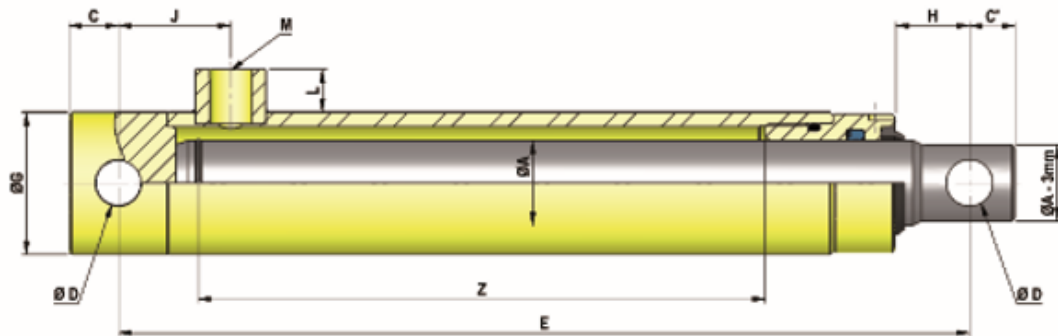


La fuerza de un equipo a tu servicio

www.cicrosa.com • info@cicrosa.com • Tel [+34] 979 761 434

Diseño para cilindros ØA de 25 a 40

Design for cylinders ØA from 25 to 40 / Conception vérins ØA de 25 à 40



Pandeo / Buckling / Flambage

Fuerza de empuje / Upward thrust / Force de poussée

